This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
D1522 J89 1873
Morphologische studien am kopfskelet des
STOR
24503377231

JOSEPH, G.

MORPHOLOGISCHE STUDIEN AM KOPFSKELET DES MENSCHEN UND DER WIRBELTHIERE.

D1522
J89
1873

LANE

MEDICAL LIBRARY

LEVI COOPER LANE FUND

Morphologische Studien

am Kopfskelet

des Menschen und der Wirbelthiere.

Habilitations-Schrift,

verfasst

und mit Genehmigung

der

medicinischen Facultät der Königl. Universität

zu Breslau

am 17. Mai 1873, Mittags 12 Uhr

in der grossen Aula

öffentlich vertheidigt

von

Dr. Gustav Joseph.

Respondent:

Herr Professor Dr. **L. Auerbach.**

Opponenten:

Herr Dr. **Magnus.**

Herr Dr. **Reinbach.**

Breslau, 1873.

Verlag von Wilh. Gottl. Korn.

LIBRARY

I.

Die Gestalt

des

oberen Theils der Hinterhauptschuppe

als bisher unbeachtetes

Charakteristikon des menschlichen Kopfes.

152
89
1873

Unter den Skelettheilen der Wirbelthiere, welche von der umgebenden Aussenwelt am wenigsten abhängig sind und in der allmähligen Erreichung ihrer definitiven Gestalt einigermassen ihren eigenen Weg gehen, dürfte der Schädel unbestritten den ersten Platz einnehmen. Während fast alle anderen Theile des Knochengerüsts von der Lebensweise, der vorherrschenden Beschäftigung beeinflusst werden und gleichsam den anatomischen Ausdruck der Einwirkung der Umgebung auf das Geschöpf bilden, steht die Gestaltung der knöchernen Hülle für das Substrat des geistigen Lebens fast ausschliesslich mit der Entfaltung des letzteren im Zusammenhange. Da wir somit auf die Wahrnehmungen am Schädel, als freiem oder doch weniger abhängigem Theile, einen besonders hohen Werth bei Beurtheilung des inneren Lebens des Geschöpfes zu legen berechtigt sind, so kann es nicht auffallen, dass von allen Knochen die Schädelkapsel am häufigsten Gegenstand anthropologischer Betrachtungen gewesen ist. Gleichwohl sind nicht alle Bestandtheile derselben mit gleicher Genauigkeit dabei berücksichtigt worden. Namentlich erschien das Hinterhauptsbein wahrscheinlich wegen seiner wenig complicirten Form für vergleichende anatomische Betrachtungen wenig geeignet. Die Verschiedenheit der Lage und Form des grossen Hinterhauptsloches, seine Stellung zur Axe des Rückgrats beim Menschen und den ihm körperlich nahestehenden Wesen sind die einzigen Momente gewesen, die einer besonderen Beachtung für werth gehalten wurden.

79872

Meine Aufmerksamkeit hat das Hinterhauptsbein in mehrfacher Beziehung wach gerufen. Es ist derjenige Theil des Kopfskelets, an welchem sich dessen Wirbelnatur am wenigsten verändert abspiegelt und das auch in ontologischer Beziehung die wenigsten Modificationen erlitten hat. Sodann weicht die Gestalt des oberen Theils der menschlichen Hinterhauptsschuppe in so eigenthümlicher Weise von der bei seinen in zoologischer Hinsicht nächsten Nachbarn ab, dass ich darin einen Charakterzug des menschlichen Kopfes ausgeprägt finde. Während der untere Theil der Hinterhauptsschuppe, welcher von der Linea semicircularis superior bis zum Hinterhauptsloch reicht, wegen der fast unentwirrbaren Menge von unregelmässigen Unebenheiten, Vorsprüngen und Vertiefungen keine zu vergleichenden Betrachtungen brauchbaren Anhaltspunkte gewährt, zeigt sich die dreieckige Fläche der Schuppe, welche von der erwähnten transversalen Linie bis an die Lamdaränder und ihrer Vereinigung zum oberen Winkel reicht, dazu geeignet. Diese Fläche gehört zu demjenigen Theile des Hinterhauptsbeins, welcher am Primordialschädel nicht knorplig vorgebildet ist. Bei hinreichendem Untersuchungs-Material stellen sich mannigfache Verschiedenheiten an derselben heraus, die aber erst bei Vergleichung mit dem entsprechenden Theile am Hinterhaupt der Affen ihre wahre Bedeutung erhalten. Der obere Winkel, den die beiden Lamdaränder bei ihrer Vereinigung bilden, ist beim neugeborenen Kinde etwas mehr als ein rechter, beim Erwachsenen selten ebenso gross oder grösser, meist ein rechter oder etwas kleiner als ein rechter. Das Vorkommen von Ossiculis Wormianis und Interparietalibus posticis sind dabei nicht in Betracht gezogen. Die beiden untern Seitenwinkel, welche von dem Zusammentreffen je eines Lamdarandes mit je einem Schenkel der Linea semicircularis superior entstehen, sind immer sehr spitze. Die Grössenverhältnisse der sagittalen Ausdehnung der dreieckigen Fläche d. i. von der Mitte der Linea semicircularis superior bis zur Spitze des oberen Winkels und die Ausdehnung ihrer unteren Grenze, welche von der erwähnten transversalen Linie gebildet wird, ist, wie beifolgende Tabelle zeigt, bei den verschiedenen Nationen

nicht bedeutenden Abweichungen unterworfen. Der Vollständigkeit wegen findet sich auch in derselben die sagittale Ausdehnung der ganzen Hinterhauptsschuppe von der Spitze des oberen Winkels bis zur Mitte des Hinterrandes des Foramen magnum, der gewöhnlichen Einmündungsstelle der Crista occipitalis externa, angegeben. Da das Relief unserer Fläche im sagittalen und horizontalen Durchschnitt nicht nur Kreisbogen, sondern ellipsoidisch und parabolisch gekrümmte Linien zeigt, so war ihre Berechnung aus dem Krümmungshalbmesser für mich zu zeitraubend, als dass ich mich nicht auf Messung mittelst eines in Millimeter getheilten und leicht anschmiegbaren, undehnbaren Bandmasses hätte beschränken sollen. Gleichwohl werden die Ergebnisse nicht erheblich von sphärisch-trigonometrischen Berechnungen abweichen. Besondere Schwierigkeiten bietet die Berechnung der Linea semicircularis superior, wenn die Enden ihrer Schenkel, ehe sie an den Lamdarand stossen, die bisherige Richtung verlassen und sich senken, und die Berechnung der sagittalen Ausdehnung der ganzen Hinterhauptsschuppe, wenn dieselbe in der Linea semicircularis superior wie geknickt erscheint und letztere als starke und scharfe Kante nach hinten vorragt. Zu den Messungen wurden nur Schädel von Männern benutzt.

	Sagittale Ausdehnung der ganzen Hirnhauptsschuppe.	Entfernung des oberen Winkels von der Mitte der Linea semicirc. super.	Ausdehnung der Linea semicircularis superior.
Germane	12 Ctm.	7,3 Ctm.	13,4 Ctm.
Engländer	12 »	7 »	14,1 »
Franzose	12 »	7 »	13,6 »
Slave	11 »	6,6 »	13,5 »
Indier	11,6 »	7 »	13 »
Mongole	12 »	6 »	14 »
Chinese	12 »	6,8 »	13,1 »
Indianer (Amerika)	12 »	7,3 »	12,2 »
Neger	12 »	7 »	13,5 »
Malaie	11 »	6,1 »	13,3 »
Vandimensländer .	11 »	7,2 »	14 »

Die sagittale Ausdehnung der Hinterhauptsschuppe, d. i. die Entfernung ihrer Spitze von der Mitte des Hinterrandes des grossen Hinterhauptsloches, da wo die Crista occipitalis externa an den Rand stösst, schwankt also beim erwachsenen Manne zwischen 11 und 12 Centimeter, die Entfernung der Spitze bis zur Mitte der Linea semicircularis superior zwischen 6 und 7,3 Centimeter, die horizontale Ausdehnung des Linea semicircularis superior zwischen 13 und 14,1 Centimeter. Das Verhältniss der sagittalen Ausdehnung des von uns betrachteten oberen Theils der Hinterhauptsschuppe — nennen wir dieselbe seine Höhe — zu seiner Basis, die von der Linea semicircularis superior gebildet wird — nennen wir dieselbe seine Breite, — ferner das Verhältniss der Flächen-Ausdehnung dieses dreieckigen Theiles zur ganzen Hinterhauptsschuppe ist bei den Nationen, welche wir untersucht haben, durchschnittlich fast das gleiche.

Grössere Mannigfaltigkeit bietet die Basis, die untere Grenze des von uns betrachteten Theils der Hinterhauptsschuppe. Als ich 1869 die leicht zugänglichen Pariser craniologischen Sammlungen besichtigte, fiel mir an dieser Stelle des Hinterhauptsbeins bei niedrigststehenden Menschenracen, z. B. der Australneger und Papuas, eine $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Centimeter breite wulstförmige Knochenleiste auf, welche die Stelle der Linea semicircularis superior einnahm. Die Breite dieser Knochenleiste, d. i. die Entfernung des oberen vom unteren Rande, war in der Mitte, an der Stelle der Protuberantia occipitalis externa, am geringsten, 2 bis 3 Centimeter davon entfernt am grössten. Nach aussen, also gegen den Lamdarand hin, verflachte sich meist der obere Rand der Knochenleiste, nachdem er sich dem unteren Rande genähert hatte und war meist verwischt, ehe er den Lamdarand erreichte, während der untere Rand der Knochenleiste sich noch darüber hinaus auf das Schläfenbein fortsetzte. Durch starke Ausprägung dieser Knochenwulst erhielt das Hinterhauptsbein ein eigenthümliches Aussehen, das bei den darnach angefertigten Gypsabgüssen deutlich geblieben ist. Es fehlte auch nicht an Schädeln der genannten Racen, an denen die beschriebene Knochenauftreibung nicht ausgeprägt war. An den weib-

lichen Schädeln erinnere ich mich nicht diese Bildung gesehen zu haben. Auffallend war mir, dass trotz jener Knochenauftreibung die Protuberantia occipitalis externa kaum so stark entwickelt war, als bei Europäern. Aehnliche Knochengürtel zeigte das Hinterhaupt von Indianern Amerikas, Caraiben, sowie aus alten Gräbern von Bolivia, endlich das eines Dänen, welches aus der mittleren Steinzeit stammte.

Bei mehreren, der malayischen Race angehörigen Schädeln in den Pariser und Wiener Sammlungen, sowie bei einem, dem hiesigen zoolgischen Museum gehörenden Schädel aus Java (Madura) erschien die vorstehend beschriebene leistenförmige Knochenauftreibung durch eine transversale Furche in eine obere und eine untere Partie getheilt, so dass zwei leistenförmige Linien sich zeigten, deren untere nichts anderes als die längst bekannte Linea semicircularis superior ist. Diese Wahrnehmungen veranlassten mich, eine grosse Anzahl von Schädeln europäischer Nationen (Germanen, Istrier, Franzosen und Slaven) in Bezug darauf zu untersuchen. Das Ergebniss war, dass beide Bildungsphänomene an europäischen Schädeln ebenfalls, jedoch im Ganzen selten, und noch seltener in der früher beschriebenen Stärke vorkommen. Andeutungen der leistenförmigen Knochenauftreibung zeigten sich unter 642 Schädeln 16mal (2,5 %) und der mit der Mittelfurche versehenen 24mal (3,73 %). Dagegen zeigt sich diese Mittelfurche bei europäischen Schädeln mehr und mehr bis auf Distanz von 1¼ Centimeter erweitert, so dass nunmehr zwei von einander gesonderte transversale Knochenleisten erscheinen, deren untere eben die Linea semicircularis superior ist. Mit der Erweiterung der Furche tritt auch Verflachung beider oder einer der beiden Leisten, der oberen selbst bis zum Erlöschen, ein. Die an dem Hinterhauptsbein malayischer Schädel beobachtete Formation zeigt demnach den Uebergang zu der an europäischen Schädeln gewöhnlichen Gestaltung. Ausser der bekannten Linea semicircularis superior ist demnach noch eine oberhalb derselben befindliche transversale linienförmige Erhabenheit vorhanden, deren Contour zwar weniger distinct, aber doch meist noch wahrnehmbar ist. Da derselben in anatomischen Lehrbüchern

bisher keiner Erwähnung gethan ist, so beabsichtigte ich, dieselbe mit dem Namen Linea semicircularis suprema zu benennen. Mannigfache Hindernisse, darunter die Ausübung einer während des letzten Krieges vergrösserten Praxis, die lethal endende Krankheit meines greisen Vaters, hinderten mich, diese kleine Arbeit bis auf einen in der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur am 8. März 1871 gehaltenen Vortrag zu veröffentlichen. Unterdess hat Merkel[1]) in Göttingen diese Linie als Linea nuchae suprema beschrieben und an mehreren Schädeln deutlich abgebildet. Dadurch würde ich mich von dem weiteren Eingehen auf diesen einzelnen unwesentlichen Punkt meiner Betrachtung für enthoben halten, wenn nicht meine Ansicht und meine Wahrnehmungen von denen Merkels in mehrfacher Beziehung abwichen. Die meist geringere Deutlichkeit und Veränderlichkeit in Gestalt und Ausdehnung dieser Linie ist die Ursache, dass sie bisher gänzlich unbeachtet geblieben ist. Es kommt ihr auch eine geringere anatomische Wichtigkeit zu.

Ihre Beziehung zu dem in sagittaler Richtung befindlichen Hinterhauptshöcker, Protuberantia occipitalis externa ist folgende. Diese Vorragung befindet sich bald in der Mitte der Linea semicircularis superior, bald der suprema. Ihre Lage am Hinterhauptsbein ist also keine ganz constante. Liegt sie inmitten der ersteren — der häufigere Fall — so ist die Mitte der letzteren durch eine geringere oder keine Vorragung ausgezeichnet. Selten findet das Umgekehrte statt oder ist die Protuberanz in beiden Mitten gleich stark. Zuweilen gehört sie beiden Linien gemeinschaftlich an, oder sie liegt in der Mitte zwischen beiden, so dass die eine darüber, die andere darunter hinwegläuft. Bei Undeutlichkeit oder gänzlicher Abwesenheit der Linea nuchae suprema kann doch ihr Höcker vorhanden sein und den der anderen Linie an Stärke übertreffen. Wenn sie fehlt, ist die Linea semicircularis superior zuweilen in bedeutender Stärke vorhanden. Bei einem Schädel meiner Sammlung und manchen von mir ander-

---

[1]) Die Linea nuchae suprema mit 7 Tafeln. Leipzig. W. Engelmann, 1872.

wärts untersuchten Exemplaren ist die Mitte der Linea semicirc. superior mittelst einer starken Knochenleiste mit der Crista occipitalis externa verbunden, die Mitte der Linea nuchae suprema ist kaum durch ein Tuberculum angedeutet, dagegen findet sich ein gesonderter starker Knochenvorsprung zwischen den Mitten beider Linien. Bei einem wohlgelungenen Abgusse eines altrussischen Schädels (Samarkand) aus der Sammlung des Herrn Professor Bogdanof in Moskau und bei einem Slavenschädel meiner Sammlung ist die, beiden Linien gemeinschaftliche, Protuberanz durch eine starke Knochenleiste mit der Crista occipitalis externa in gerader Linie verbunden und erscheint als Fortsetzung der letzteren. Endlich ist noch ein Gypsabguss in meiner Sammlung erwähnenswerth, bei welchem die gemeinschaftliche Protuberanz durch eine in der Richtung der Crista occipitalis externa verlaufende Furche in 2 stumpfe Höcker getheilt erscheint.

Der Grad der Ansehnlichkeit der Höcker steht nicht immer in geradem Verhältniss zu dem grösseren oder geringeren Vortreten der beiden Linien, die nicht häufig an einem Schädel gleich stark ausgeprägt sind, wobei fast stets die Linea semicircularis superior mehr prominirt. Der Grad der Prominenz der Linea semicircularis suprema steht zu deren Länge ebenfalls in keinem constant geraden Verhältniss. Ihre Schenkel erlöschen zuweilen trotz starker Ausprägung nach einem Verlaufe von 2—2,5 Centim., während schwach entwickelte Linien sogar den Lamdarand erreichen können. Nicht selten ist die Länge des einen Schenkels beträchtlicher, als die des anderen oder die Linie fehlt ganz auf der einen Seite, während sie auf der anderen Seite 2—3 Centimeter erreicht. Die an der Linea semicircularis superior so häufig beobachteten Unregelmässigkeiten finden sich an der Linea semicircularis suprema noch öfter und bewirken häufig eine so erhebliche Unbestimmtheit der Form, dass sie ganz verwischt erscheint[1]). Die höhere oder tiefere Lage der Pro-

[1]) Bei einem männlichen Slavenschädel und einem männlichen Indianerschädel meiner Sammlung erscheint statt der Prominenz jederseits eine bogenförmige Furche.

tuberanz ist für den Verlauf der Linie bestimmend. Ist erstere an der Hinterhauptsschuppe hoch hinauf gerückt, so sind die Bogen, welche die Schenkel der Linie beschreiben, mehr gerade und fast parallel der Linea semicircularis superior. Dasselbe findet statt, wenn der Höcker keiner der beiden Linien angehört, die eine darüber, die andere darunter hinwegläuft. Gehört die Protuberanz den Mitten beider Linien gemeinschaftlich an oder ist sie, wenn sie nur einer von beiden angehört, der Mitte der anderen sehr nahe, ohne dass beide durch eine Knochenleiste verbunden sind, so steigen die Schenkel der Linea semicircularis suprema steil aufwärts, bilden je einen nach oben convexen Boden und senken sich dann abwärts gegen die Linea semicircularis superior.

Die für Erkenntniss der Linea semicircularis suprema günstigsten Fälle sind diejenigen, bei welchen diese Linie 1) ebenso stark oder stärker als die Linea semicircularis superior ausgeprägt erscheint, 2) der Hinterhauptshöcker ihrer Mitte angehört, 3) die Schenkel der Linea semicircularis suprema 1—1½ Centim. weit von der Linea semicircularis superior entfernt sind. Fälle dieser Art sind aber sehr selten.

Die Entfernung der Linea semicircularis suprema von der Spitze der Hinterhauptsschuppe schwankt von 5,5—6,5 Centimeter. Auf ihre Lage sind Grösse, Verschiedenheit der Quer- oder Sagittalkrümmung von geringem Einfluss, ebenso wenig Ossicula Wormiana.

Bei der geringen Zahl von weiblichen Schädeln, deren Untersuchung mir verstattet war, schien mir bis auf ein Exemplar aus Triest, die neue Linie im Allgemeinen weniger stark ausgeprägt zu sein und verhältnissmässig etwas höher zu liegen.

Bei Kindern sind weder Höcker, noch Leisten — entsprechend der dürftigen Muskulatur — vorhanden und die Insertion von Fascien und Muskeln nur durch rauhe Stellen am Knochen bezeichnet. Von welchem Alter ab am Hinterhauptsbein Knochenvorsprünge erscheinen, kann ich nicht feststellen. Schädel von Kindern von 12 Jahren waren nur mit schwachen Andeutungen dazu versehen.

Bei Greisen habe ich eine Verminderung der Ausprägung der Leisten vorläufig nicht feststellen können.

Die Linea nuchae suprema bedeutet die obere Grenze der Insertion des Musculus cucullaris, während deren untere Grenze an der oberen Abdachung der Linea semicircularis superior zu finden ist. Bei kräftig entwickeltem Muskel ist die obere Grenze deutlich abgesetzt, während sie bei dürftiger Muskulatur oder sehr reichlicher Fetteinlagerung undeutlich wird. Die Linea semicircularis superior dagegen ist unter allen Verhältnissen wegen der grösseren Menge der an deren unterer Abdachung haftenden Muskeln bis auf seltene Ausnahmefälle deutlich ausgeprägt. Zwischen letzteren und dem Cucullaris bildet sie die Scheidegrenze. Somit fällt nicht die Linea semicircularis superior allein, sondern der ganze Raum zwischen dieser Linie und der Linea nuchae suprema, also ein grösserer Theil des Hinterhauptsbeins, in den Bereich der Wirkung des genannten Muskels, als gewöhnlich angenommen wird. Doch nur die Insertion an der Linea semicircularis superior gehört dem Muskel allein an, weiter aufwärts bis zur Insertionsgrenze, ist derselbe innig mit Fasern der Nackenfacie verflochten und kann nicht genau abgegrenzt werden. Desshalb wird Behufs Vereinfachung der Demonstration nur das untere Insertionsgebiet erhalten und die weiter aufwärts befindliche, schwer oder gar nicht isolirbare, Partie entfernt. Das angegebene Verhalten ist die Ursache der seltenen Deutlichkeit der Linea nuchae suprema.

An das Vorstehende knüpfe ich folgende anthropologische Bemerkungen, welche dem Ziele der genannten Arbeit Merkels fremd sind.

Kürze oder Länge, Schmalheit oder Breite des Schädels sind von keinem Einfluss auf die Lage und Mächtigkeit der beiden transversalen Knochenlinien. Weder Schädel von der stenocephalen Zone angehörenden Negern (Kongo, Angola, Mozambique, Madagaskar, Namaquois), noch von der eurycephalen Zone zugezählten Tartaren, oder die Uebergangszone bildenden Chinesen, Ungarn, Lappen zeigten dem mittelmeerländischen Schädel fremde Abweichungen. An Schädeln

von auffallend grossem Höhendurchmesser ohne Rücksicht auf das Verhältniss des Längen- zum Breitendurchmesser zeigten sich beide Linien um je 0,5 Centim. höher gerückt. Was die eigenthümlichen wulstförmigen Knochenleisten und die mit einer Furche ausgezeichneten Knochenwülste am Hinterhaupte niedrigst stehender Menschenracen betrifft, so haben sie, da sie andeutungsweise auch bei den am höchsten stehenden Nationen sich wiederfinden, denselben Werth wie alle anderen, an den Schädeln constatirten Gestaltabweichungen. Aus der jedesmaligen Formmodification der von uns bisher betrachteten dreieckigen Fläche am Hinterhauptsbein kann ebenso wenig, wie aus der Form eines einzelnen anderen Schädeltheils, wie Schiefstand der Zahnfächer, Vortreten der Jochbeine, Schmalheit und Depression der Stirn, allein die Herkunft des Schädels stets mit Sicherheit bestimmt werden.

Noch weniger sind die von uns dargelegten Gestaltungsverhältnisse für Feststellung der Unterschiede zwischen den Schädeln der einzelnen Nationen Europa's zu verwerthen. Als Charakteristikon des menschlichen Hinterhauptsbeins kann die Linea semicircularis suprema allein endlich auch nicht gelten, da sie sich andeutungsweise, obschon in sehr schwachen Spuren, an der entsprechenden Partie des Hinterhauptsbeins anthropoider und anderer Affenarten (Cynocephalus) im mittleren Lebensalter findet[1]).

Höher stellt sich der anthropologische Werth der Gesammtheit der Gestaltungsverhältnisse des oberen Schuppentheils bei Vergleichung des Entwickelungsganges dieses Theils des Hinterhauptsbeins beim Menschen und den Affen. Die nachstehende Betrachtung wird darthun, dass die in sagittaler Ausdehnung grössere Entwickelung dieses Theils, welche nicht nur für die Ausbildung und Bewahrung einer oberen Insertionsgrenze für die Nackenmuskulatur reichlichen Raum,

---

[1]) Auch R. Hartmann glaubt diese Spuren an jungen Chimpanseschädeln bemerkt zu haben. Cf. Beiträge zur zool. und zootom. Kenntniss der sog. anthropomorphen Affen im Archiv für Anatomie und Physiologie von Reichert und Du Bois-Reymond. Jahrgang 1872, Heft IV (1873) Seite 483.

sondern auch noch einen erheblichen Abstand derselben von der Spitze des Hinterhauptsbeins darbietet, alleiniges Eigenthum des Menschen und als ein Charakteristikon des Menschenkopfes zu betrachten ist. Ausser dem Material meiner seit länger als 20 Jahren begonnenen Sammlung habe ich bei wiederholtem Aufenthalte in Berlin, Wien und Paris reiche Gelegenheit gehabt, die meisten der bekannteren Affenarten in frühen, mittleren und vorgerückten Altersstadien in Bezug auf Entfaltung des Hinterhauptsbeins zu untersuchen. Die folgende Tabelle veranschaulicht die Veränderungen, welche das Verhältniss der sagittalen Ausdehnung zur horizontalen und der obere Winkel der Hinterhauptsschuppe bei den Affen im Vergleich zu dem Verhalten beim Menschen eingeht, durch Zahlenergebnisse, welche auf früher angegebene Weise gefunden wurden.

	Sagittale Entfernung von der Spitze bis zur Mitte		Horizontale Ausdehnung	Grösse
	des Hinterrandes des for. mag.	der linea semicirc. super.	der linea semicirc. super.	des oberen Winkels.
Erwachsener Neger.....	12 Ctm.	7 Ctm.	13,5 Ctm.	88° 20′ bis 92° 46′
Negerknabe....	8,4 »	4,4 »	9,5 »	90°
Neugeborenes Negerkind...	5,7 »	3 »	6,6 »	92°50′(max.)
Pithecus satyrus (erwachsen)..	6,8 »	0 »	11,4 »	158° 4′
V.d.Zahnwechsel	4 »	2 »	8 »	96°
Neugeb. Junge .	3 »	2,5 »	5 »	92°
Troglodyt. niger (erwachsen)..	8,1 »	0 »	11 »	141°
V.d.Zahnwechsel	4,6 »	1,6 »	7,8 »	95°
Neugeb. Chimpanse	2,9 »	2,1 »	5,1 »	91°
Hylobates leuciscus.....	3,6 »	1 »	5,9 »	119°
Junges (3 W. alt)	2,8 »	1,6 »	3 »	90°
Jnuus sylvanus (erwachsen)..	3,5 »	0 »	6 »	157°
V. d. Zahnwechs.	2,5 »	1,2 »	4 »	100°
Neugeb. Jnuus .	2,2 »	2,5 »	3 »	90°
Cynocephalus mormon	5,4 »	0 »	9,2 »	157°
V. d. Zahnwechs.	4 »	1,4 »	6 »	94°
Cercopithecus mona.....	4 »	0,5 »	6 »	153°
V. d. Zahnwechs.	3,3 »	1,6 »	3,6 »	90°
Semnopithecus maurus adult.	5 »	0,3 »	6 »	101°
juven.....	3,1 »	1,4 »	5,4 »	91°
Cebus fatuellus adult.....	4 »	0,5 »	5 »	102°
juven.....	2,3 »	1,1 »	3,9 »	92°
Ateles paniscus adult.....	4,5 »	0,6 »	4 »	95°
juven.....	2,4 »	2,1 »	3 »	90°
Lagothrix cana adult.....	—	—	—	—
juven.....	2,3 »	1,2 »	3,8 »	89°

Aus vorstehender Tabelle ist ersichtlich, dass

1. der Mensch die in sagittaler Ausdehnung absolut und relativ grösste Hinterhauptsschuppe hat,
2. darin kaum von den amerikanischen Affen erreicht wird,
3. beim Menschen die Entfernung der Spitze der Hinterhauptsschuppe von der Mitte der Linea semicircularis superior vom neugeborenen Kinde bis zum Erwachsenen sich stetig vermehrt,
4. diese Entfernung bei allen Affenarten, besonders bei den anthropoiden Affen und demnächst bei den Asiaten und Afrikanern vom neugeborenen Jungen bis zum erwachsenen Thiere sich stetig vermindert, zuweilen gleich 0 wird (das Hinterhauptsbein der Affen somit nur von dem Foramen magnum bis zur Linea semicircularis superior — die sagittale Richtung betreffend — wächst),
5. Die dreieckige Gestalt des obersten Theils der Hinterhauptsschuppe vom neugeborenen Kinde bis zum Erwachsenen sich stetig nach oben verschmälert, oder sich gleich bleibt, niemals nach oben sich verbreitert[1]).
6. Dieser Hinterhauptstheil bei den Affen von der Geburt bis zum erwachsenen Alter sich stetig verbreitert.
7. Der Winkel, welchen die Lamdaränder an der Spitze der Schuppe bilden, dem angegebenen Verhalten entsprechend, von der Geburt bis zum erwachsenen Menschen sich stetig verkleinert oder sich gleichbleibt, niemals grösser wird; bei den Affen dagegen von der Geburt bis zum erwachsenen Zustande sich stetig vergrössert.
8. Also die Entwickelung des oberen Theils der Hinterhauptsschuppe von der Spitze bis zur Mitte der Linea

---

1) Eigenthümlich überraschte es, dies Gesetz des Schädelwachsthums, das ich eben so wie die hier angeführten übrigen Gesetze nirgends erwähnt finde, auch in extremen Formen der Hinterhauptsbildung beim Menschen, sowohl bei steilaufsteigender Hinterhauptsschuppe documentirt, als auch in den Fällen ausgesprochen zu sehen, in welchen das Hinterhaupt nach rückwärts verlängert erscheint und die Schuppe eine mehr horizontale Stellung erlangt hat.

semicirc. superior beim Affen einen entgegengesetzten Weg geht, als beim Menschen.

Daran knüpfe ich folgende Betrachtung.

Wenn auch zugegeben werden muss, dass auf der Stufenleiter der Lebewesen, deren oberste Sprosse der Mensch inne hat, die Affen die nächsten Nachbarn sind, dass im Affentypus das Thierreich sich breit an das Gebiet des Menschen anlehnt, so sind wir doch nicht berechtigt, den Werth des Entwickelungsganges der morphologischen Verschiedenheiten zwischen beiden Typen als scheidende Schranke der Grenzgebiete zu leugnen. Für den Blick des besonnenen Forschers wird dieselbe so lange bestehen, als weder Geschöpfe der Jetztwelt noch der Vorwelt entdeckt worden sind, welche die Kluft zwischen beiden Wesengebieten ausfüllen.

Obschon im Ausbau höchst mannigfaltig, spiegelt doch der Schädel der bisher bekannten und gerade vorzugsweise der anthropoiden Affen den Charakter ab, welcher im Gegensatze zu dem des Menschen durch geringere Entwickelung des Hirnschädels und stärkere Entfaltung des Antlitzgerüstes [1]) bedingt wird, den Charakter, welcher in dem Schädel der übrigen Säugethiere den prüfenden Blicken noch ausgeprägter entgegentritt. Dies gilt besonders von dem reiferen Alter, also jenem Zustande, in welchem die Ausbildung der die Sonderexistenz kennzeichnenden Eigenthümlichkeiten den höchsten Grad erreicht hat, während in der Jugend der Kopf des Affen dem Menschenhaften näher gerückt erscheint.

Die meisten Anknüpfungspunkte für den Ausgang einer vergleichenden Betrachtung gewähren deshalb die Jugendzustände der Geschöpfe, wo die spätere morphologische Differenzirung äusserlich noch nicht in aller Schärfe und

---

1) Dass bei überwiegender Ausbildung des Antlitzgerüsts der durch die Knickung des Keilbeins entstehende Sattelwinkel stets grösser als beim Menschen (selbst Australneger) ist und mit zunehmendem Alter sich noch weiter vergrössert, ist eins der charakteristischen Merkmale des Affenkopfes.

Grellheit wahrnehmbar ist, also die Anfänge jener „Linien", welche — rückwärts verlängert gedacht — in dem vielleicht einst gemeinschaftlichen Ausgangspunkt sich treffen würden.

In der That zeigen die gerundeten Formen des Kopfes bei den Jungen z. B. der anthropoiden Affen Contouren, welche der Mensch als seine eigenen erkennt. Wie menschenhaft wölbt sich Stirn, Scheitelgegend und Hinterhaupt! Das letztere steht in der Ausdehnung seiner Hinterhauptsschuppe der beim Menschenkinde wenig nach, der obere Winkel ist wie beim Menschenkinde geformt und das Hinterhauptsloch liegt an der unteren Schädelfläche. Die am Hinterhaupte inserirte Muskulatur ist nicht erheblich stärker als beim Menschenkinde ausgebildet. Und deshalb treten ebenso wenig wie bei letzterem Leisten und Höcker als Ansatzpunkte auf. Von den drei transversalen Knochenlinien sind kaum leichte Spuren vorhanden, die sich in beiden Wesen an homologen Stellen finden und von der Umgebung durch geringere Glätte unterscheiden.

Auf diesem Niveau der Verwandtschaft erhält sich die Kopfgestalt des Menschenkindes und des Affenjungen ungefähr bis zum Hervorbrechen der Zähne, welches bei letzterem mehrere Monate früher als bei ersterem stattfindet. Schon jetzt, also lange vor dem Zahnwechsel, beginnt in dem Entwickelungsgange beider Organismen deutliche Divergenz sich geltend zu machen. Hatte beim Menschenkinde schon bisher der Umfang des Schädelgebäudes vor dem Antlitzgerüst einen kleinen, aber doch wahrnehmbaren, Vorsprung gezeigt, so stand beim Affenjungen Beides wenigstens im Gleichgewicht. Jetzt aber verfolgt die Entwickelung bei letzterem ein von dem bisherigen Verhalten abweichendes Ziel. Während ersteres sein Schädelgewölbe parallel mit der Vermehrung seiner Hirnmasse nach allen Richtungen hin erweitert und in Bezug auf Vergrösserung des Antlitzgerüstes dem embryonalen Zustande nahe, also zurückbleibt, findet gerade das Umgekehrte beim Affenkinde statt. Die Vermehrung der Hirnmasse hat bald ihr Endziel erreicht und der Hirnschädel dehnt sich nur einseitig, nämlich nur an seinem Grunde, aus, während die Hauptströmung der Entwickelung dem

Antlitzgerüst, der Ausbildung der Kiefer, Zahnfächer und Zähne sich zuwendet. Während das Menschenkind noch immer ohne Zahn, oder nur mit wenigen Zähnen versehen, in Abhängigkeit von fremder Hilfe bleibt, hat das Affenjunge schon 16 und mehr Zähne, die, obgleich ebenfalls nur Milchzähne, doch schon fest genug sind, um die von den Alten dargebotenen Nahrungsmittel zu zerkleinern. Hand in Hand damit geht die Ausbildung der Muskulatur. Während dieselbe beim Menschenkinde lange Zeit dürftig bleibt, zeigt das Junge besonders gerade der anthropoiden Affen schon Masseteren und Temporalmuskeln, welche auf Ausübung thierischer Kraft berechnet sind und auf baldige Unabhängigkeit in der Lebensweise hindeuten. Und während von Linien und Höckern am Hinterhauptsbein des Menschenkindes noch immer keine deutlichen Spuren wahrnehmbar werden, treten schon beim Affenkinde die Linea semicircularis superior und inferior, sowie Andeutungen einer Crista occipitalis externa auf. Trotz dieser Sonderung von Leisten hat das Hinterhauptsbein oben an Ausdehnung nicht zugenommen. Bezeichnen wir auch hier die Linea semicircularis superior als Grenze zwischen dem oberen und unteren Theil der Hinterhauptsschuppe, so sieht man, dass der untere Theil sich zu verflachen, der obere sich zu verkürzen anfängt.

Nun beginnt der Zahnwechsel und drängt die Entwickelung des Kopfes beim Affen noch mächtiger abwärts in die Bahnen, welche von nun an noch weit mehr vom Menschenhaften sich entfernen. Die fernere Entwickelung hat in auffallendster Weise die Ausbildung nur thierischer Attribute zum Zweck, indem die Vergrösserung des Schädelgrundes und des Antlitzgerüstes noch vielmehr als früher das Uebergewicht über die des Schädelgewölbes erlangt. Obgleich letzteres nur zurückbleibt, keineswegs aber sich verkleinert, so erscheint es doch gegenüber dem ersteren an Umfang vermindert. Die früher nicht erheblich vorstehenden Kiefer und mässig grossen Zähne machen gerade bei den menschenähnlichen Affen (besonders beim Gorilla-Männchen) einem furchtbaren Gebisse Platz. Die Augenhöhlen umgeben sich allmählich mit mächtigen Knochen-

wällen, welche die frühere Andeutung der Stirn gänzlich verwischen. Als wenn zur Insertion der die Bewegung des riesenhaften Unterkiefers vollziehenden, colossalen Muskulatur die bisherigen Flächen der Schläfen- und Scheitelbeine nicht ausreichten und ein grösseres Insertionsgebiet geschaffen werden müsste, rücken die Schläfenleisten mehr und mehr aufwärts, um mit der aufgewulsteten Sagittalnaht in einen riesigen, hohen Knochenkamm zusammen zu stossen.

Gleichwohl werden diese Momente, welche die einst menschenhaften Züge der Jugend in die schreckhafteste Physiognomie thierischer Wildheit verzerren, von manchem, der neuen Richtung zugethanen, Forscher als nicht vollwichtige zoologische Charakterzüge angesehen. Man erklärt sie als rückschreitende Umbildung der früheren Anlagen, durch Intensität der Abweichung in der Lebensweise bedingt, und stützt sich auf die Thatsache, dass bei den Weibchen der anthropoiden Affen, denen im Kampfe um das Dasein der weniger mühevolle Theil zufalle, auch die Ausbildung der Angriffs- und Vertheidigungsmittel, der Muskulatur und der Knochenwülste eine bedeutend geringere sei und die Entwickelungsverhältnisse des Schädel- und Antlitzgerüstes zeitlebens mehr dem Menschenhaften der Jugend treu bleiben. Diese Erklärung umfasst jedoch nicht das Verhalten des weder Angriffs- noch Vertheidigungsmittel liefernden Hinterhauptes, welches von der Lebensweise nahezu unabhängig ist. Gleichwohl harmonirt dasselbe genau mit der thierhaften Entwickelung des Antlitzgerüstes. Auch hier verwischt sich allmählich die menschenhafte Anlage der Jugend und zwar nicht bloss beim männlichen, sondern auch beim weiblichen Affen, also unabhängig von dem Grade der Rauheit der Lebensweise. Hand in Hand mit der Streckung des Schädelgrundes, wodurch das Hinterhauptsloch von unten nach hinten geschoben und der Neigungswinkel der Schädelgrundlinie zur Axe der Wirbelsäule stumpfer wird, verschwindet zusehends die Rundung des Hinterhauptes, dessen Längendurchmesser z. B. beim Oran-Utang allmählich von 31 Millimeter auf 11 Millimeter zurücksinkt, wobei das Hinterhauptsbein sich auffallend abplattet.

Während der Schädel beim Menschenkinde und weiter hinaus im Jünglingsalter nach allen Richtungen — obschon in den verschiedenen Racen nicht genau nach denselben Verhältnisszahlen — aber immerhin annähernd gleichmässig sich ausweitet, die Ausdehnung sowohl des untern, als auch des obern Theils des Hinterhauptsbeins damit gleichen Schritt hält und im Jünglingsalter in dem obern Theile der Hinterhauptsschuppe eine oberste transversale Knochenlinie, die Linea semicircularis suprema, sich ausbildet, tritt beim Affen ein entgegengesetztes Verhalten auf. Für die Ausbildung der kaum spurenhaften Anlage der Linea semicircularis suprema erhält sich kein Platz. Im Gegentheile verschmälert sich die früher zwischen der Linea semicircularis superior und dem oberen Theile der Lamdaränder vorhandene Fläche immer mehr, indem die letztgenannte transversale Knochenlinie immer weiter aufwärts rückt, um endlich, nachdem jener, von der Spitze sie trennende, Zwischenraum verstrichen, mit dem aufgewulsteten, und im schroffen Gegensatze zum Verhalten der homologen Partie beim Menschen sehr flach bogigen Lamdarande zu einem Knochenwulst, der Crista lamdoidea [1]), zu verschmelzen, der nach Geschlecht und Art verschieden stark ist. Der Cucullaris und die sonst an der Linea semicircularis superior inserirten Muskelreihen haben damit auch am Hinterhaupte den Gipfel des Scheitels erreicht. Dasselbe erscheint wie begraben in einer riesenhaften Muskulatur, deren Insertion zur Ausübung roher, massiger, thierischer Gewalt keiner Sonderung durch transversale Knochenleisten mehr bedarf. Der obere Winkel der Hinterhauptsschuppe, der beim Menschenkinde und Affenjungen fast gleich gross, mit zunehmendem Alter beim Menschen kleiner wird oder sich gleich bleibt, wird beim Affen immer grösser und strebt besonders bei den anthropoiden Affen dem Winkel von 180° d. i. einer geraden Linie zu, wie dies durch den in flachen Bogen verlaufenden Occipitalkamm bezeichnet ist.

[1]) In der Mitte der unteren Lefze dieses Knochenkammes deutet ein rundlicher rauher Höcker oder Tuberkel auf die in der Mitte der ehemaligen Linea semicircularis superior einst befindliche Protuberanz.

Die Verbreiterung des oberen Theils der Hinterhauptsschuppe in sagittaler Richtung, die Ausbildung und Conservirung einer Ansatzgrenze des Cucullaris zwischen der Spitze und der Linea semicircularis superior, die Verkleinerung oder Beibehaltung des obern, von den Lamdarändern gebildeten Winkels mit zunehmendem Alter ist also Signatur menschlicher Bildung. In ihr kommt eine Reihe nur dem Menschen zukommender Bildungseigenthümlichkeiten zum deutlichen Ausdruck und mit ihr stehen die übrigen oben angedeuteten charakteristischen Unterscheidungs-Merkmale in Einklang. Während beim Affen die Muskulatur bis zum Gipfel der Hirnkapsel hinaufdringt, bezeichnet die Linea semicircularis suprema beim Menschen, als dessen Zeitlebens bewahrtes Eigenthum sie sich darstellt, die Grenze, bis zu welcher die dem materiellen Leben dienstbare Muskulatur sich erstreckt und von wo aus der jeder Muskulatur entbehrende Gipfel des Schädelgewölbes sich erhebt, um allein dem Hirn als schützende Hülle zu dienen. Darin spiegelt sich die Thatsache ab, dass im Menschen die im Thierreiche reiche Fülle der Muskulatur abgenommen hat, dass ihm nur so viel erhalten blieb, als er, um den materiellen Ansprüchen des Lebens zu genügen, gerade bedarf, nur so viel geblieben ist, als er durch die Hilfsmittel, welche ihm sein Nachdenken zu liefern im Stande ist, nicht zu ersetzen vermag. Die geschilderte Gestaltsentwickelung des oberen Theils der Hinterhauptsschuppe ist also ein Charakteristikon des menschlichen Kopfes.

Wenn von mancher Seite der Verschiedenheit in der Stellung der Augenhöhlen, der Verknöcherung der Nähte, des Ueberwiegens des Hirnschädels über den Antlitzschädel, des Daseins eines wirklichen Kinns, des Neigungswinkels der Schädelgrundlinie zur Axe der Wirbelsäule der Werth charakteristischer Unterscheidungs-Merkmale nicht ungeschmälert zuerkannt wird, indem man die Divergenz ihrer Entwickelung beim Affen als durch Verschiedenheit der Lebensweise bedingte Umbildung menschlicher Formanlage erklärt, so ist doch die im Vorstehenden detaillirte gegensätzliche Entwickelung des oberen Theils der Hinterhaupts-

schuppe zwischen dem Menschen und dem Affen durch derartige Erklärung nicht zu entwerthen. Abweichend von Merkel's Auffassung sehe ich desshalb in der Bedeutung der bei niederen Racen bemerkbaren gürtelförmigen Knochenleiste am Hinterhauptsbein, in welcher die Linea semicircularis superior und suprema enthalten ist, kein vollgiltiges Analogon zu dem bei den männlichen anthropoiden Affen auftretenden occipitalen Knochenkamm, sondern eine Scheidung. Bedeutet ja auch dieser breite Knochengürtel die Ansatzgrenze der Nackenmuskulatur und ihre weite Trennung von dem Lamdarande, mit dem sie bei den anthropoiden Affen — im Gegensatze zu dem Verhalten beim Menschen — zu einem Kamme verschmilzt.

II.

Ueber

die Auffassung des Schädels

als

Wirbelcomplex.

Die hervorragende Rolle, welche dem Haupte des Menschen in seiner ganzen Organisation zuertheilt ist, die so weit reicht, dass es allein den Kern der menschlichen Individualität darzustellen und der übrige Körper nur bestimmt zu sein scheint, demselben zu dienen, war von jeher der Grund, dass naturwissenschaftliche Forschungen, die den Menschen zum Gegenstande hatten, sich mit Vorliebe seinem Haupte zuwandten. Obgleich dies zu umfassender Kenntniss seiner Bestandtheile führte, so blieb doch der Eindruck des Eigenartigen und Fremden, den der Kopf im Gegensatz zu dem übrigen Körper macht und musste das Streben nach Lösung dieses fremdartigen Eindrucks erwecken. Daraus gingen Versuche hervor durch Deutung seiner knöchernen Grundlage dem Verständniss derselben näher zu kommen. Die Lage des Schädels als Fortsetzung des Rückgrats liess ahnen, dass ersterer aus Theilen entstanden sei, die zu letzterem in inniger Beziehung stehen dürften. Die Schwierigkeit, die einzelnen Knochen des Schädels bei dem Menschen und den Wirbelthieren auf Theile von Wirbeln zurückzuführen, die geringe Hilfe, welche die damals sehr mangelhaften vergleichend anatomischen Kenntnisse bei Nichtexistenz einer wissenschaftlich begründeten Embryologie für die Deutung gewährten, haben hierbei manche irrthümliche Ansicht, manche erzwungene Erklärung entstehen lassen, die einer genaueren Prüfung bald wieder erlag. Im Allgemeinen aber gelangt die Forschung in unseren Tagen, obschon auf anderem Wege und bei veränderter Anschauung im Einzelnen zu dem Ergebniss, welches die ältere Forschung bereits gefunden hat, zu der Erkenntniss, dass im Kopfskelet des Menschen und der Wirbelthiere keine durchweg neue, dem übrigen Axenskelet fremde, Bildung vorliege, sondern dass dasselbe — mit einiger Einschränkung — durch Umbildung von Theilen entstanden ist,

welche ursprünglich zu Wirbeln bestimmt waren. Die Wirbeltheorie des Schädels hat eine reiche Litteratur. Wir werden uns auf die wichtigsten Vertreter und bei den meisten derselben auf deren Ansichten über die Deutung des Neuraltheils des Schädels beschränken.

Obwohl J. P. Frank[1]) der erste war, welcher 1792 die Ansicht ausgesprochen hat, dass jeder Wirbel gleichsam einen Schädel im Kleinen darstelle, (auch Kielmeyer sah in jedem Wirbel eine Wiederholung des Schädels) und dass der Schädel der äusserste, sichtbarste und beweglichste von allen Wirbeln sei, eine Deutung, der sich später Dumeril[2]) anschloss, und schon Burdin[3]) den Wirbel als Grundlage des ganzen Knochensystems, den Schädel als obersten Wirbel des Rückgrats erklärt hat, so sehen wir doch erst die naturphilosophische Schule der Medicin sich des Gegenstandes eingehender bemächtigen. Eine eigentliche Wirbeltheorie ist erst von Oken[4]) (1807) aufgestellt worden, nachdem Goethe[5]) schon mehrere Jahre vorher auf ähnliche Ideen gekommen war. Oken nahm ursprünglich 3 Kopfwirbel an, welche sich von der Rumpfwirbelsäule „nur durch die erweiterte Rückenmarkshöhle“ unterscheiden. Die Sehädelknochen erweisen sich als correspondirende Theile der Wirbel des Rückgrats, als Körper, Bogen- oder Schlussstücke. Durch Deutung einer Zahl anderer Kopfknochen als Kopfrippen oder Gliedmassen wird

---

1) Delectus opusculorum academicorum 1792: »In ea semper opinione versatus sum, quamcunque spinalis columnae vertebram pro parvo eodemque transverso cranio esse considerandam.« Ferner an einer anderen Stelle; »Extrema et ex omnibus maxima conspicua mobilissimaque vertebra, quam calvariam apellamus.«

2) Magazin encyclopèdique par Millin. Paris, 1803(—1808), p. 125.

3) Cours d'études médicales. Paris, 1803, T. 1., p. 16.

4) Ueber die Bedeutung der Schädelknochen. Academisches Programm. Jena, 1807.

5) Zur Morphologie I. und II. „Ebenso war es mit dem Begriff, dass der Schädel aus Wirbelknochen bestehe. Die drei hintersten erkannte ich bald, aber erst 1791, dass die Gesichtsknochen gleichfalls von Wirbeln abzuleiten seien, indem ich den Uebergang vom ersten Flügelbein zum Siebbein und den Muscheln ganz deutlich sah.“ (Goethe bekennt sich zur Annahme von 6 Wirbeln.)

das Ganze zu einem dem Rumpfe gleichartig zusammengesetzten Gebilde vervollständigt. Was hierbei von den bei der Wirbelsäule bestehenden Formzuständen abweicht, erklärt sich aus den neuen Beziehungen der Kopfwirbel zu anderen, am Rumpfe nicht vorhandenen, Einrichtungen. Um diese Zeit sprach auch Autenrieth[1]) den Gedanken aus, die grossen Ganglien des Hirns seien so wie die des Rückenmarks von Wirbeln umschlossen. Darauf folgte 1815 Spix[2]) mit einem für die damalige Zeit wichtigen Werke, dessen Werthe mehrfache Unklarheiten in den Vorstellungen des Verfassers Eintrag thun. Diese Unsicherheit, welche zuweilen einen Anstrich von Abenteuerlichkeit[3]) hatte, suchten Bojanus[4]), Ulrich[5]), Meckel[6]), Burdach[7]), Blainville[8]) und Geoffroy

[1]) Reil's Archiv für Physiologie, Bd. VII, Heft I, 1857.

[2]) Cephalogenesis seu capitis ossei structura formatio et significatio per omnes animalium classes, familias, genera ac aetates digesta atque tabulis IX illustrata etc. Monachii 1815. Spix nimmt drei Kopfwirbel an.

[3]) Oken beginnt die erwähnte Abhandlung mit folgenden Sätzen: »Eine Blase verknöchert, und sie ist ein Wirbelbein. Eine Blase verlängert sich zu einer Röhre, giebt blinde Seitenkanäle von sieh; sie verknöchern und es ist ein Rumpfskelet. Dieses Skelet wiederholt sich an beiden Polen, Jeder Pol wiederholt in sich den andern, und sie sind Kopf und Becken. Das Skelet ist nur ein ausgewachsenes, verzweigtes, wiederholtes Wirbelbein, und ein Wirbelbein ist der präformirte Keim des Skelets. Der ganze Mensch ist nur ein Wirbelbein.«

[4]) Vorläufige Deutung des Fischschädels, Isis 1817, No. 151. — Versuch einer Deutung der Knochen im Kopfe der Fische, Isis 1818, S. 498. — Weiterer Beitrag zur Deutung der Schädelknochen, Isis 1819, S. 1360. — Ueber Deutung der Kopfknochen, Isis 1821, S. 1145. Bojanus nimmt vier Schädelwirbel an, ebenso Blainville.

[5]) Annotationes quaedam de sensu ac significatione ossium capitis. Berolini 1816. (De capite testudinis.)

[6]) Beiträge zur vergleichenden Anatomie, Bd. II, S, 78. Meckel betrachtet das Riechbein als vierten und die Felsenbeine als Hälften eines durch das eingeschobene Keilbein aus einander gedrängten Wirbels.

[7]) Burdach nimmt drei Schädelwirbel an, wobei er den Unterkiefer nicht als Visceraltheil, sondern als eigentlichen Wirbeltheil betrachtet, cfr. vierter Bericht von der anatomischen Anstalt zu Königsberg 1821, S. 50.

[8]) De l'organisation des animaux ou principes d'anatomie comparée

S. Hilaire[1]) durch sorgfältigeres, mehr objectives Eingehen auf die bezüglichen morphologischen Verhältnisse und besonnenere Deutungsweise mehr oder minder erfolgreich zu entfernen.

Zu den lesenswerthesten Schriften aus dieser Epoche der Geschichte der Schädeltheorie gehört die Abhandlung von Bailly[2]), welche der Verfasser am 22. December 1826 der Académie de sciences naturelles in Paris vortrug, und in welcher er aussprach, dass in der ganzen Länge des Skelets jedes Segment, jeder Ring, jeder Wirbel analoge Nerven enthalten müsse. Sind die Schädelknochen wirklich metamorphosirte Wirbel, so müssen, wie an der Rückenwirbelsäule, so auch zwischen den Bogenstücken der Schädelwirbel Intervertebrallöcher zum Austritt von Nerven aus deren Centralorgan nach den peripherischen Körpergebieten vorhanden sein. Da dies zutrifft, so sieht Bailly darin ein neues Moment, welches für die Richtigkeit der Auffassung der Schädelknochen als Wirbeltheile spricht. Zum ersten Male sehen wir den Nachdruck nicht auf die den Wirbeltheilen ähnliche Gestalt der Kopfknochen, sondern auf deren Beziehung zu den Kopfnerven gelegt und somit den Wirbelbegriff erweitert. Die hohe Wichtigkeit dieser Thatsache wird sich besonders aus dem zweiten Theile unserer Betrachtung ermessen lassen.

Der Oken'schen naturphilosophischen Richtung gehört ganz besonders das gegen Ende dieser Epoche erschienene umfangreiche und ideenreiche Buch von C. G. Carus[3]) an. In demselben werden drei wesentliche oder Hauptschädelwirbel

---

T. I, Paris 1822 (»4 Vertèbrescephaliques: 1) nasale [vomer], 2) frontale, 3) sphénoidale, 4) occipitale«).

[1]) Er legte am 4. März 1824 der Académie royale de Médécine einen geometrischen Plan des Schädelgebäudes vor, wonach der knöcherne Kopf als aus sieben Wirbeln bestehend dargestellt wird, cfr. Annales du Muséum d'histoire naturelle Vol. IX und X.

[2]) Froriep's Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde 1824, No. 9, S. 133.

[3]) Von den Ur-Theilen des Knochen- und Schalengerüstes, Leipzig 1828, mit 12 Tafeln, Seite 91—95.

(Vorderhaupts-, Mittelhaupts- und Hinterhauptswirbel), drei Antlitzwirbel mit fragmentarischer Entwickelung und drei Zwischenwirbel (Ohrnerven-, Augennerven- und Geruchsnervenwirbel) angenommen.

Obwohl durch ihre Gesammtrichtung mit einander verwandt, wichen die Forscher der naturphilosophischen Epoche doch in den Wegen, auf welchen sie das ihnen vorschwebende Ziel verfolgten, von einander ab. Nicht blos in der Annahme der Zahl der Wirbel, sondern auch in der Deutung der einzelnen, auf Wirbel bezogenen, Knochen gingen ihre Ansichten auseinander. Weniger durch die subjectiven philosophischen Reflexionen, als vielmehr durch die objectiven vergleichenden Studien des menschlichen und thierischen Skelets war eine thatsächliche Grundlage gewonnen und die Bedeutung des Kopfes und seine Beziehung zum Gesammtkörper dem Verständnisse näher gerückt.

Jene vergleichend-anatomischen Studien hatten eine Anzahl von Thatsachen zu Tage gefördert, welche einen mächtigen Anstoss zum Fortschritt im Allgemeinen und speciell in der Wirbeltheorie gaben. Damit beginnt eine neue Epoche derselben.

Aus Untersuchungen des Kopfskelets von Fischen[1]) und Schädeln aus früheren Entwickelungsstufen von Säugethieren und vom Menschen war bekannt geworden, dass das bei letzterem und überhaupt bei höheren Wirbelthieren vollkommen knöcherne, fertige Kopfskelet bei niederen Wirbelthieren nicht durchweg aus knöchernen Theilen bestehe, dass auch knorplige Theile sich an dessen Bildung betheiligen und dass endlich Wesen vorhanden sind, deren Schädel zeitlebens grösstentheils oder ganz knorplig bleibt, Thatsachen, deren Erklärung und Verwerthung man bis jetzt übergangen hatte. Den Weg zum Verständniss derselben eröffnete die Erforschung des Entwickelungslebens, indem sie erkannte, dass das knöcherne Kopfskelet beim Menschen und den Wirbelthieren

[1]) Dei capitis ossei Esocis Lucii structura singulari, dissertatio zootomica von Arendt. Königsberg 1822. (Eine ausgezeichnete unter von Bärs Leitung gearbeitete Abhandlung.)

sich aus einem vorher knorpligen bilde. Der bisherigen Betrachtung vollendeter Gestaltungsverhältnisse folgte nunmehr die Erforschung der früheren Zustände des körperlichen Baues.

C. E. v. Baer[1]) eröffnete durch klare Darstellung dieser genetischen Verhältnisse einen bisher nicht betretenen Weg der Forschung. Die Beziehungen des knöchernen und knorpligen Schädels der Fische und die Erkenntniss der Verschiedenheit in der Entstehung der Schädelknochen warf ein neues Licht auf den Gegenstand. Von nun an war als Thatsache anerkannt, dass ein Theil der Schädelknochen ausser Beziehung zur knorpligen Grundlage stehe. In ähnlicher Weise ward von Dugès bei Amphibien[2]) der Umfang der Betheiligung der knorpligen Schädeltheile an deren späterer Verknöcherung klargelegt.

Die entwickelungsgeschichtlichen Forschungen begünstigten auf mehrfache Weise die Erkenntniss der Bedeutung des Kopfskelets. Zuvörderst bewirkten sie, wie angedeutet worden, dass man sich nicht mehr mit morphologischen Endresultaten begnügte, sondern das Werden des Kopfes in den Kreis genauer Beobachtung zog. Dies führte zur Entdeckung neuer Thatsachen. Es wurde erkannt, dass dem knorpligen Zustande des Schädels ein weicher häutiger vorangeht, dessen Verhalten in den verschiedenen Abtheilungen der Wirbelthiere ein analoger, ja selbst ebenso gemeinsamer als das des knorpligen ist. So entwickelte sich allmählich durch die wichtigen Forschungen von Rathke, Agassiz, Vogt, Jacobson u. A. die Lehre vom Urschädel (Primordial-Cranium). Hierbei wiesen Dugès und Reichert darauf hin, dass die Knochen des Schädels welche aus dem knorpligen Primordial-Cranium hervorgehen, von denen die von aussen her aus einer Zellschicht am häutigen Integument entstehen, gesondert werden müssen. Auch für die Bedeutung derjenigen Theile des Kopfskelets, welche in

---

[1]) Entwickelungs-Geschichte der Thiere von C. E. v. Baer, 1828 bis 1837. — Untersuchung über die Entwickelungs-Geschichte der Fische von C. E. v. Baer. Leipzig, 1835, S. 19 und 35—37.

[2]) Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs differents âges. Paris, 1834.

der früheren Periode in mehr ahnungsvoller als bewusster Anschauung als Kopfrippen gedeutet wurden, entwickelt sich nunmehr ein richtiges Verständniss. Durch Reicherts[1]) folgenreiche Entdeckung der Umbildung des den Anfangstheil des vegetativen Rohres umschliessenden Bogensystems wurde nicht blos die Verschiedenheit der in den einzelnen Wirbelthierklassen stattfindenden Sonderungs- und Umbildungsvorgänge aufgedeckt, sondern auch mit Bestimmtheit nachgewiesen, dass eine Reihe am Kopfe befindlicher Knochen dem Cranium ursprünglich fremd seien. Die Beziehungen des Visceralskelets, des Kieferzungenbein-Apparates, zum Schädel erschienen nun auf überzeugende Weise festgestellt. Die bekannten entwickelungsgeschichtlichen und vergleichend anatomischen Schriften von Rathke, J. Müller, Bischof und die gediegene, vielleicht weniger bekannte, Arbeit von E. Hallmann[2]) über das Schläfenbein tragen die Signatur jener fortgeschrittenen Anschauungsweise an sich.

In den weitern Forschungen über die Genese des Schädels als Fortsetzung der Wirbelsäule gelang es genannten Forschern festzustellen, dass die der Bildung der Wirbelsäule zwischen neuralem und visceralem Rohre vorausgehende ungegliederte Wirbelsaite (Chorda dorsalis) sich in den Schädelgrund, welcher die Verlängeruug der Wirbelkörper darstellt, fortsetzt und dort mit den sie umgebenden Gewebshüllen an der Bildung des craniellen Gewebes Theil nimmt. Der centrale lange grosszellige Kern der Chorda bleibt auch im weiteren Fortgange der Entwickelung sowohl in den Wesen, wo er das Leben hindurch persistent auftritt, als auch in den meisten andern, wo er verschwindet, bis zu seinem Verschwinden

---

[1]) De embryonum arcubus sic dictis branchialibus. Berolini, 1836.

[2]) Vergleichende Osteologie des Schläfenbeins mit vier Kupfertafeln. Hannover, 1837. Hallmann nimmt drei Schädelwirbel an, wobei er die pars petrosa des Schläfebeins als Bogenstück deutet, obgleich er an anderen Stellen die Umhüllungsknochen der drei Sinnesorgane als von aussen an den Schädel angelagerte Bildungen von der Wirbelbildung sondert. Die Foramina capitis betrachtet er als homolog mit den Intervertebrallöchern der Rumpfwirbelsäule, die hinteren Hirnnerven als homodynam mit Spinalnerven.

ungegliedert. An der innern Fläche der zellighäutigen Hülle oder Scheide der Chorda dagegen entstehen (bei den Embryonen der Wirbelthiere mit Aussnahme des niedrigsten Wirbelthiers, des Amphioxus) Streifen aus hyalinem Knorpelgewebe, welche sich senkrecht zur Axe der Chorda verhalten und Reste des ursprünglichen Gewebes zwischen sich lassen. Diese knorpligen Streifen umwachsen die Chorda, indem sie später zu Ringen sich vervollständigen, deren Lumen durch Verdickung als Ringwand immer kleiner wird. Sie stellen die Wirbelkörper vor. Ehe dieselben sich bilden, haben sich von den Verknorplungspunkten knorplige, dorsale und ventrale Bogen gebildet, von denen die ersten die auf der Chorda liegende Centralaxe des Nervensystems, die letztern, indem sie an den Wirbelkörper sich anlegen, das an der Chorda angelagerte vegetative Rohr umfassen. Im Innern des vegetativen Rohres, befindet sich — von den Wirbelkörpern ausgehend — die Bogenreihe, welche das Blutrohr umschliesst, aber nur an dem Theil der Körperaxe (am Schwanztheile) sich erhält, wo das vegetative Rohr aufhört und die Bogen für das Blutrohr gleichsam die Fortsetzung der Bogenreihe für das vegetative Rohr bilden. Den Urtypus der Organisation bilden darnach zwei Röhren, die neurale und viscerale, als deren Stützapparat die Wirbelkörper und die von ihnen ausgehenden dorsalen (neuralen) uud mit ihnen vereinigten ventralen (visceralen) Bogensysteme auftreten. Dieser Gliederungstypus ist so sehr Gemeingut aller Wirbelthiere bis auf den Amphioxus, dass damit auf gleiche, demselben zum Grunde liegende, Elemente, und auf ursprüngliche innige Verwandtschaft geschlossen werden kann. Der Schädel tritt bei dem geschilderten Vorgange als vorderster Theil der Wirbelsäule auf. Obgleich aus denselben Elementen wie letztere entstanden, macht sich aber doch schon in dieser frühen Zeit des Embryonallebens der Unterschied geltend [v. Baer[1] und Sömmering[2]], dass an dem Abschnitt der Wirbelsäule, welche den S[illegible] vorstellt, die Sonderung der dorsalen knorpligen B[illegible]

---

[1]) Entwickelungsgeschichte der F[illegible]

[2]) Zeitschrift von Tiedeman[illegible]

und die dorsale Bogenpartie, gerade wie in dem vorangegangenen häutigen Zustande, als ein Continuum auftritt, während die visceralen Bogen zwar gesondert bleiben, aber mannigfach sich umbilden und zum Theil verkümmern.

Mit dem Beginn der Ossification tritt dagegen am Schädel eine eigenthümliche Gliederung in abgegrenzte Knochenpartien ein, welche die ausgebliebene primäre Segmentation nachzuholen scheint. Und diese nachträgliche Segmentation des Schädels ist es, welche die bisher von uns betrachteten Forscher als Wirbelbildung ansehen und auf welcher sie ihre mannigfach modificirten Theorien basiren. Obgleich die meisten Fachmänner der damaligen Zeit sich zu dieser Auffassung des Schädels, als aus rückenwirbelartigen Ringen bestehend, bekannten, so verhielten sich doch die grössten vergleichenden Anatomen, Cuvier[1]) und Agassiz[2]), ablehnend gegen dieselbe. In der ersten Ausgabe seines Règne animal 1817 spricht ersterer zwar von drei Schädelsegmenten, ceintures cranielles, vermeidet aber die Bezeichnung vertèbres céphaliques. Er gesteht nur die Aehnlichkeit des Hinterhauptsbeins mit einem Wirbel zu, ist aber geneigt, das Fehlen des Grundtheils derselben bei den meisten nackten Amphibien als Beweis gegen die Richtigkeit sowohl dieses Zugeständnisses, sowie der Wirbeltheorie überhaupt anzusehen[3]).

Das Ansehen derselben blieb jedoch bei dem grössten Theile der Fachgelehrten ungeschmälert, da die Väter der embryologischen und histologischen Entdeckungen, v. Baer, Rathke[4]), Reichert und Coryphäen in der vergleichenden Anatomie J. Müller[5]), Stannius[6]), Grant[7]) und

1) Leçons d'anatomie comparée, 1. ed. 1832, 2me ed. II. 1837. p. 710.

2) Recherches sur les poissons fossiles. 1832. I. p. 125.

3) Recherches sur les ossemonts fossiles. Nouv. ed. v. 2. p. 387: «Il n'y a aucun [illegible]al supérieur, ni aucun basilaire ce que l'on aura [illegible] à concilier avec la théorie, qui compose [illegible] certain nombre de vertèbres.»

[illegible] wissenschaftliche Seminar der [illegible] 18[illegible]

[illegible] rinoiden. I. S. 121.

[illegible] abe. 1854. I. S. 59.

[illegible] v. Schmidt. 1842. S. 73.

R. Leuckart[1]) sich zur Wirbeltheorie bekannten, indem die Einen den Schädel aus drei, die Anderen (Rathke) aus vier, oder (Stannius) aus fünf, oder endlich (Grant) aus sieben Wirbeln zusammengesetzt betrachten.

Eine Einschränkung hatte die Ansicht von dem Umfang des Wirbelgebietes am Schädel durch die embryologischen und histologischen Forschungen nur in so fern erlitten, als Theile des Schädels, wie die Sinnesknochen (Siebbein, Felsentheil des Schläfenbeins), welche weder als zu den dorsalen, noch visceralen Bogen gehörig erkannt wurden, der Wirbelnatur fremd sich zeigten. Dass in der Continuität des knorpligen Primordial-Schädels und dem verspäteten Auftreten der Gliederung ein hochwichtiger Grund gegen die Richtigkeit der bisherigen Auffassung lag, wurde in dieser Zeit nicht erkannt. Auch fanden die embryologischen Ergebnisse nicht überall Eingang. Darum sehen wir noch lange Zeit Ansichten sich geltend machen, welche mit Ignorirung der neuen Thatsachen sich an die Anschauungen der naturphilosophischen Schule anreihten. Als wichtigster Vertreter dieser Richtung erscheint R. Owen. Auch Owen basirt seine Anschauung auf Zuständen des erwachsenen Alters oder spätestens des Embryonallebens und vermeidet es, auf frühere Verhältnisse des Entwickelungslebens zurückzugehen. Durch Darstellung eines Urtypus des gesammten Skelets (Gadus morrhua) soll die verwirrende Mannigfaltigkeit der Formen, welche die Schädelknochen in den verschiedenen Reihen der Wirbelthiere annehmen, einer übersichtlichen Orientirung zugänglich gemacht werden. Richard Owen[2]) erklärt den Wirbel als eins der Segmente des inneren Skelets, welche erfahrungsgemäss die Axe des Körpers darstellen und die schützenden Canäle für die Centralorgane des Nervensystems und für die Eingeweide nebst den Gefässen bilden. Dieses Skeletsegment, welches mit divergirenden An-

[1]) Anatomisch-physiologische Uebersicht des Thierreiches von C. Bergmann und R. Leuckart. 1855. S. 349—353.

[2]) Lectures on comparative anatomy. II. 1848. p. 87 seqq. — On the archetype and homologies of the vertebrate skeleton. London. 1848. — Holmes Coote. The homologies of the human skeleton London, 1849.

hängen versehen sein kann, besteht in typischer Vollständigkeit aus einem Körper, zwei Neurapophysen, zwei Parapophysen, zwei Pleurapophysen, zwei Hämapophysen, einem oberen (neural spine) und einem unteren Dornfortsatz (haemal spine). Diese, auf bisher ungebräuchliche Weise benannten dorsalen und ventralen Bogen und deren Fortsätze heissen selbstständige (autogenous). Die Auswüchse oder Anhängsel derselben heissen exogenous. Dazu gehören die Diapophysen oder oberen Querfortsätze und die Zygapophysen oder schiefen Fortsätze. Die selbstständigen Wirbelelemente umschliessen Hohlräume, welche durch Aufeinanderfolge der Wirbel zu Canälen werden, von denen der obere für die Nervencentren der beständigste, der untere von den Hämopophysen für das Blutrohr gebildete häufig Lücken zeigt, überhaupt fast nur im Schwanztheil der Wirbelsäule vollständig ausgebildet erscheint. Modificationen am Typus des Wirbels entstehen in den verschiedenen Thierreihen an einzelnen Abtheilungen der Wirbelsäule durch Verschmelzungen, Verkümmern oder enorme Entwickelung einzelner Wirbelelemente. Die Zahl der Wirbel wird durch die Zahl der aus dem Canal austretenden Nervenpaare bestimmt.

Am Schädel nimmt Owen 4 Wirbel an: 1) einen hintern Schädelwirbel mit dem os basilare als Körper, den partes condyloideae als Bogenstücken, der Hinterhauptsschuppe als Schlussstück; 2) einen mittleren Schädelwirbel mit dem hintern Keilbein als Körper, den grossen Keilbeinflügeln als Bogenstücken und den Scheitelbeinen als Schlussstücken, 3) einen vordern Schädelwirbel mit dem vordern Keilbeine als Körper, den kleinen Keilbeinflügeln als Bogen und den Stirnbeinhälften als Schlussstücken, endlich 4) einen rudimentären Schädelwirbel mit dem vomer als Körper, den Siebbeinhälften (bei den Fischen den vordern Stirnbeinen) als Bogenstücken nnd den Nasenbeinen als Schlussstücken. Die morphologische Uebereinstimmung des obern Theils des Hinterhauptsbeins nebst der Crista occipitalis externa mit Wirbel-Dornen wird besonders betont. Das Felsenbein betrachtet Owen als Schaltknochen. Zu dem ursprünglich aus Bogen bestehenden Visceralskelet rechnet Owen die

Thränenbeine, den Oberkiefer-Gaumenapparat (Jochbeine, Oberkieferbeine, Zwischenkiefer — Flügelbeine, Gaumenbeine), den Unterkiefer, den Zungenbein- und Kiemen-Apparat. Wie unzulässig die Annahme eines 4. Schädelwirbels und besonders des Siebbeins, eines Sinnesknochens als Theil eines Wirbels, ist theils früher dargethan, theils wird dies aus der spätern Darstellung hervorgehen. Ausserdem hat schon J. Müller gezeigt, dass Owen die untern rippentragenden Fortsätze bei Fischen nicht richtig gedeutet hat, dass sie nicht den Sternalrippen höherer Wirbelthiere homodynam und nur den Fischen eigenthümlich sind. Eine eingehende Kritik und gründliche Widerlegung erfuhr das System Owens durch C. Bruch[1]), weshalb wir hier nicht weiter darauf eingehen. Trotz mannigfacher morphologischer Irrthümer und einseitiger, ja willkürlicher Auffassung zählt die Owen'sche Auffassung noch in unsern Tagen zahlreiche Anhänger. Ihr reiht sich die Auffassung von Ludwig Fick[2]) und die ältere Ansicht Virchow's[3]) an. In seinem klassischen Werke über die Entwickelung des Schädelgrundes äussert er sich Seite 11: „In der Richtung von vorn nach hinten erkennen wir schon im 2., deutlicher im 3. oder 4. Monate des Embryonallebens hintereinander, jedoch zum Theil noch knorplig, zum Theil in Knorpel eingehüllt, die Anlage von 4 Knochen. Drei von diesen, das vordere und hintere Keilbein und das Hinterhauptsbein entsprechen — — 3 Schädelwirbeln. — — Indessen will ich die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, dass das Siebbein — — noch Theile eines Nasenwirbels enthält." In einer spätern, populären Schrift spricht Virchow nur von 3 Schädelwirbeln.

Die Vierwirbeltheorie des Schädels hat ihren gewichtigsten Vertreter in Chr. Aeby. In der Annahme eines 4. Schädelwirbels, den er jedoch in anderer Weise als Owen charakteri-

---

[1]) Die Wirbeltheorie des Schädels am Skelet des Lachses geprüft Frankfurt a. M. 1862. S. 9—36.

[2]) Ueber die Architectur des Schädels der Cerebro-spinalorganismen, Müllers Archiv 1853. S. 114.

[3]) Untersuchungen über die Entwickelung des Schädelgrundes mit 6 Tafeln. Berlin 1857.

sirt, reiht sich Aeby an Owen an. Aber weit davon entfernt die Einseitigkeit der Owenschen Theorie zu adoptiren, sucht Aeby vielmehr seine Darstellung der morphologischen Bedeutung des Kopfskelets mit den Thatsachen der Entwickelungsgeschichte und Histologie in Einklang zu bringen. In seinem gediegnen anatomischen Lehrbuche[1]) benutzt Aeby die Wirbeltheorie des Schädels zum ersten Male als Mittel, die ermüdenden Details des schwierigsten Theils des Skelets, deren Bilder „so leicht verblassen", in „einem einheitlichen Bilde" und in harmonischer Ordnung dem Gedächtnisse nachhaltiger einzuprägen.

Die Thatsachen, welche nicht nur in der Entwickelung, sondern auch in der vollendeten Gestalt der Uebereinstimmung zwischen Schädel und Rückenwirbelsäule entgegenstehen, erkennt Aeby in vollstem Maasse an, sucht aber durch Erklärung ihres Zustandekommens den in ihnen enthaltenen Widerspruch gegen die Theorie in der bisherigen Auffassung zu entkräften. So sagt er (S. 177). Abweichend von den Rückenwirbeln kommt dem Schädel nur zum Theil, nämlich nur seinem Axentheil, eine knorplige Vorstufe zu, welche die peripherischen Abschnitte unberührt lässt. An die Stelle geschlossener Knorpelröhren treten offene, durch Faserhäute geschlossene, Knorpelrinnen, wie sie am entgegengesetzten Körperende, dem Schwanztheile gefunden werden. Was aber die Faserhäute des Kopfes von denen am Schwanztheile unterscheidet, ist, dass der Verknöcherungsprocess nicht bloss die knorpligen Theile, sondern auch die faserhäutigen erfasst, sodass trotz der Unvollständigkeit des Knorpelrohrs das fertige Knochenrohr ringsum geschlossen erscheint. Somit wird der von mancher Seite hervorgehobene Gegensatz zwischen dem Verknöcherungsprocess knorplig vorgebildeter und nicht knorplig vorgebildeter Theile als nicht gerechtfertigt betrachtet. Das gleiche gilt nach Aeby für den Gegensatz zwischen dem von der Wirbelsaite durchzogenen

[1]) Der Bau des menschlichen Körpers mit bes. Rücksicht auf seine morphologische und physiologische Bedeutung. Leipzig 1871. (Vorrede und osteologischer Theil datiren von 1868—1869.)

und dem von ihr nicht durchzogenen Schädelabschnitt. Das Knorpelgerüst des Kopfes ist ein so gleichartiges, dass keine Grenze zwischen dem die Wirbelsaite umlagernden Abschnitt und dem jenseits derselben gelegenen zu finden ist, beide vielmehr als „vollkommen einheitliche Masse“ sich darstellen, weshalb die Behauptung, dass jenseits der Wirbelsaite keine Wirbel mehr sich bilden können, nach Aeby willkürlich erscheint. Als dem Kopfskelet zukommende Eigenthümlichkeiten nennt Aeby die Abwesenheit der der Wirbelsäule zukommenden Bewegungsgliederung, den im Gegensatze zum Verhalten der Wirbelsäule hervortretenden Mangel der Segmentation an der knorplig-fasrigen Anlage des Schädels und die erst mit der Verknöcherung eintretende „Wachsthumsgliederung“, Spaltung in gesonderte Stücke. In der Regelmässigkeit, welche sie auszeichnet und in ihrer Wirkung auf Hervorbringung einer Anzahl von Wirbelringen, welche in der ganzen Wirbelthierreihe 4 beträgt, sieht Aeby eine Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Wirbelsäule. Doch geht die Differenzirung dieser Wirbel weiter als die der Rumpfwirbelsäule. Während hier ganze Gruppen von Wirbeln, ihrem Zweck entsprechend, gleichgeformt erscheinen, zeigt im Schädel jeder Wirbel einen besondern Bildungstypus. (S. 180.) Und wenn im Neuraltheil des Schädels noch Andeutungen von Uebereinstimmung der einzelnen Wirbel untereinander vorhanden sind, so hat im Visceraltheil jede Spur eines solchen aufgehört, und zeigt jeder Bogen einen besondern, von demjenigen aller übrigen abweichenden, Charakter.

Doch nur die drei hintersten Schädelwirbel (Stirnwirbel, Schläfen-, Hinterhauptswirbel) besitzen (S. 182) des Gemeinsamen genug, um eine gemeinschaftliche Betrachtung zuzulassen. Jeder von ihnen besteht aus dem Körper und 2 Halbbogen. Die ihnen gemeinschaftliche, beträchtliche Grösse des Bogens gegenüber der verhältnissmässig schwachen Entwickelung des Körpers spricht sich in Ausweitung aus, die mit der Entfernung vom Körper zunimmt. Dadurch entsteht eine nach dem Wirbelkörper gerichtete keilförmige Gestalt dieser Wirbel, worin sich besonders

der mittlere der 3 Wirbel (Schläfenwirbel) auszeichnet und wodurch bewirkt wird, dass diese 3 Schädelwirbel nicht in einem geraden, sondern in einem, um die Wirbelkörper herum gekrümmten, Rohre zusammentreten. (S. 183.) Der vierte Wirbel (Nasenwirbel) hat eine ganz abweichende Gestalt, indem es nicht mehr zur Bildung eines Wirbelrohrs kommt und seine Bogenhälften in eine solide Platte (vomer der höhern Wirbelthiere) umgewandelt erscheinen. Diese legt sich mit ihrem obern Rande in die Mittellinie der vordern Endöffnung des Stirnwirbels und scheidet sie in 2 Hälften, die als vorderste Zwischenwirbellöcher (?) zu betrachten sind[1]), welche den vordersten Nervensträngen (Riechnerven) des Hirns den Durchtritt gestatten. Die übrigen Nervenaustrittsöffnungen am Schädelgrunde betrachtet Aeby ebenfalls als gleichwerthig mit den Intervertebrallöchern der Rumpfwirbelsäule.

Das Kopfskelet erfährt eine eigenthümliche Erweiterung, indem 2 durch Oeffnungen in Zwischenwirbelplatten hervortretende Nerven (Geruchsnerv und Gehörnerv) noch innerhalb seines Bereiches mit knöchernen Hüllen eigenthümlicher Endapparate sich umgeben, im Labyrinth des Siebbeins und im Labyrinth des Felsenbeins. Beide Schädeltheile sind somit Sinnesknochen, der Wirbelsäule fremde und von den Wirbelknochen des Schädels verschiedene Bildungen. Anfangs selbstständig, lagern sie sich allmälig bestimmten Lücken in der Schädelkapsel an, um später darin einzuwachsen.

Der ursprüngliche „Grundplan des Schädelbaues" wird mit fortschreitendem Wachsthume dadurch verwischt, dass die einfachen Bestandtheile unter sich mannigfache Verbindungen eingehen und dadurch die anfängliche Anordnung nicht mehr erkennen lassen. Es entstehen neue Combinationen. So verwächst der zum Schläfenwirbel gehörige Schuppentheil des Schläfenbeins mit einem Sinnesknochen, dem Felsenbein; der zum Stirnwirbel als Körper gehörige

1) Dadurch würden Wirbelkanal und Intervertebrallöcher zusammenfallen.

vordere Keilbeinkörper mit dem hintern Keilbeinkörper und alle 3 Wirbelkörper zur Zeit der Pubertät zu einem einheitlichen Knochen. Aber nur die ursprüngliche Anordnung kann als Ausgangspunkt der Betrachtung dienen.

Der Hinterhauptswirbel hat die Basilarpartie zum Körper, die Gelenktheile als untere und die ursprünglich in der Mitte getheilte Hinterhauptsschuppe als obere Bogenhälften. Zum Schläfenwirbel gehört der Körper des hintern Keilbeins als Körper, die grossen Flügel im Verein mit den Schläfenschuppen als untere und die Scheitelbeine als obere Bogenhälften. Der Stirnwirbel besteht aus dem Körper des vordern Keilbeins als dem Körper, den kleinen Flügeln als unteren und dem ursprünglich in 2 Hälften zerfallenen Stirnbein als oberen Bogenhälften. Vom Nasenwirbel stellt das Pflugscharbein den Körper, die senkrechte Platte des Siebbeins die untern, die Nasenbeine die obern Bogenhälften vor.

Von allen steht das Hinterhauptsbein dem Wirbeltypus am nächsten und wird gleich den Rumpfwirbeln zu einem einheitlichen Knochenringe. Wie der Körper des Atlas von den verbreiterten Bogenwurzeln beiderseits umwachsen wird, so greifen auch beim Hinterhauptsbein die Gelenktheile als Bogenhälften nach vorn auf den Körper über und umwachsen ihn an seiner untern Hälfte. Die in demselben vollzogene Knickung zwischen Kopf und Wirbelsäule modificirt je nach ihrem Grade die bezügliche Lage der Bogentheile zu ihrem Körper. Die Crista occipitalis externa zwischen Protuberanz und Hinterhauptsloch entspricht dem Dornfortsatz, das Hinterhauptsloch dem Wirbelkanal des Rückenwirbels.

Abweichend vom Wirbeltypus ist der Schläfenwirbel durch die oben angegebene Art seiner Zusammensetzung, und die Weite seines Vertebralkanals, welcher den Umfang des Hinterhauptsloches auf enorme Weise übertrifft. Der von dem kleinen Körper abgehende Bogen erscheint in 2 Hälften (grosse Keilbeinflügel, Schläfenschuppe) gespalten, die von der obern Bogenabtheilung (Scheitelbeinen) getrennt sind, aber genau sich derselben anschmiegen. (S. 198.) Ebenso abweichend ist der Stirnwirbel, der in seinen Umrissen unverkennbare Aehnlichkeit mit dem Hinterhauptswirbel be-

sitzt, obschon seine Schuppe das ganze Wirbelloch (Jncisura ethmoidalis) umfasst und im untern Drittheil rechtwinklich nach einwärts geknickt ist. Der Nasenwirbel endlich ist wegen seiner, von den übrigen Wirbeln abweichenden, Gestalt am schwersten zu deuten. Trotz des Fehlens jeglicher Andeutung eines Wirbelloches, der Umwandlung des Bogens in eine solide Platte, die sich innig an das Kiefergerüst anlehnt, hält es Aeby für morphologisch unzulässig, die Bestandtheile des Nasenwirbels mit dem Kiefergerüst zu vereinigen.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, dass an der Herstellung der knöchernen Kapsel die 4 Schädelwirbel sich in sehr ungleichem Maasse betheiligen. Das Verhältniss der Betheiligung unterliegt je nach Individualität und Race einigem Wechsel. In Bezug auf das Alter ist hierbei zu bemerken, dass die obern Schlussstücke der Wirbel, die Hinterhauptsschuppe, die Scheitelbeine, das Stirnbein, um so mehr an Ausdehnung gegen die Basis überwiegen, einer je jüngern Entwickelungsstufe sie angehören. Als Gegensatz zwischen Schädelgewölbe und Schädelgrund ist das Fehlen jeglicher Spalte in ersterem, wogegen in letzterem nicht bloss Grenzspalten, sondern Durchbohrungen der Wirbelbogen selbst erscheinen.

In der ganzen Wirbelthierreihe ist dem Visceralskelet die Aufgabe gestellt, unter den mannigfaltigsten Einflüssen der Befriedigung der ungleichartigsten Bedürfnisse zu dienen. Dies ist besonders deutlich an dem des Kopfes. Jeder der Bogen hat sich einer besonderen Aufgabe anzupassen, wodurch Ungleichartigkeit der Entwickelung bedingt wird. Ausserdem macht sich dabei die Abhängigkeit von der Gestaltung des benachbarten Theils des Schädelgrundes geltend und wirkt bei den ersten Bogen die Einlagerung des Sehorgans, die Gestaltung der zu seiner Aufnahme nöthigen Vertiefung und die Einlagerung des Geruchsorgans verändernd ein. Dem Versuche, eine den 4 Neuralbogen entsprechende Gliederung auch im Visceralskelet des Kopfes nachzuweisen, tritt die Frage entgegen, ob eine solche in der dem Rumpfe eignen einfachen Weise vorhanden sei. Bei höhern Wirbelthieren ist das hintere Schädelende rippenlos. Die vorhandenen

Rippen umschliessen den Anfangstheil des vegetativen Rohrs mit 3 Bogen, Oberkiefer, Unterkiefer und Zungenbeinbogen (mit dem Processus styloideus), deren beide ersten das Antlitz bilden. Einzelne Abschnitte des Visceralskelets werden dem Neuraltheil einverleibt. Die gegenseitige Stellung der Bogen ist eine fast parallele. Obgleich in seinem Ursprung weiter nach hinten gerückt, reicht der 2. Bogen nicht weniger weit nach vorn als der erste, während der 3., der seiner geringen Entwickelung wegen in der Configuration des Antlitzes keine Rolle spielt, sehr in den Hintergrund tritt. Dem 2. und 3. Bogen fehlen die mannigfaltigen Anhängsel, an denen der erste so ungemein reich ist.

Die durch die Oeffnungen des Schädelgrundes austretenden, den Spinalnerven homodynamen, Hirnnervenpaare stellt Aeby in 3 Gruppen zusammen. Die hinterste Gruppe bildet der Nervus hypoglossus. Die mittlere Gruppe besteht aus dem Vagus, Glossopharyngaeus und Accessorius Willisii, die vordere Gruppe umfasst den Trigeminus, Facialis, Acusticus, Oculo-motorius, Trochlearis, Abducens. „So wäre denn jeder der 3 wichtigen Kopfwirbel mit typischem Nervenstamme ausgestattet. Der ohnedies stark verkümmerte Nasenwirbel geht dabei leer aus.“ (S. 909.)

Aus diesem und andern Gründen, die sich aus späterer Betrachtung ergeben, sind die meisten Forscher der Neuzeit, welche noch der auf der Zusammensetzung des fertigen Schädels erbauten Wirbeltheorie anhängen, von der Annahme des Nasenwirbels als 4. Schädelwirbels zurückgekommen und beschränken sich auf 3 Wirbel. Auch Virchow, welcher früher der ältern Ansicht zuneigte, spricht in einer seiner letzten Schriften, einer freilich populären Publication[1]), wenn es gestattet ist, die darin über die Wirbeltheorie ausgesprochenen Gedanken als seine gegenwärtige wissenschaftliche Ansicht anzusehen, nur von 3 Schädelwirbeln, deren Verständniss hier zum erstenmale grössern gebildeten Kreisen zugänglich gemacht wird. Da die Schwerpunkte der Auffassung von

1) Menschen- und Affenschädel. Berlin, 1870. S. 7—10.

der Aeby's in mancher Beziehung abweichen, so möge die Angabe deren Inhalts hier ihre Stelle finden.

Die durch sehr zweckmässige, dem Kopfskelet eines Neugeborenen entnommenen, Zeichnungen veranschaulichte Darstellung sucht durch den Augenschein die bekannten Theile des Kopfskelets als Fortsetzung der Rückenwirbelsäule zu erweisen. Nicht bloss die fertige Form des Stirnwirbels, Scheitelwirbels und Hinterhauptswirbels, die Regelmässigkeit in dem Zusammenhange der als zu einem bestimmten Wirbel gehörigen, durch Fugen getrennten Theile, der Zweck, welchem sie dienen, ihr Verhalten zum Austritt der Kopfnerven, spricht für deren Wirbelnatur, sondern auch die Analogie zu den Rückenwirbeln in der Bildung aus einer knorpligen Vorstufe und in der Art der Verbreitung der Verknöcherung von bestimmten Knochenkernen aus. Nicht blos die Schädelwirbel sind umgebildete, veränderten Zwecken angepasste, Wirbel — die Umbildung der Wirbel fängt schon bei dem, dem Hinterhaupte benachbarten, ersten Rückgratswirbel, dem Atlas, an, der sich vielfach von den übrigen Wirbeln der Wirbelsäule unterscheidet.

Erheblich grössere, den noch mehr veränderten Zwecken entsprechende, Umbildung haben die drei Kopfwirbel erlitten. Jeder derselben besteht aus dem Körper, 2 Bogenstücken und einem aus zwei Seitenhälften zusammengesetzten Dornfortsatze. Das dem Rückgrate benachbarte Hinterhauptsbein ist der am leichtesten zu deutende Schädelwirbel. In ihm zeigt sich das Gepräge eines Rückenwirbels noch am wenigsten verändert. Im jugendlichen, unfertigen Zustande treten an ihm alle wesentlichen Wirbeltheile besonders deutlich zu Tage. Vorn liegt der Körper des Hinterhauptsbeins, ein deutlicher Wirbelkörper. Durch Knorpelfugen damit verbunden, schliesst sich jederseits an ihn ein Bogenstück mit einem Gelenkhöcker zur Verbindung mit dem Atlas. Durch beträchlichere Knorpelfugen mit dem Bogen vereinigt, folgt der abweichend gestaltete Dornfortsatz, der in die flächenhaft ausgebreitete Hinterhauptsschuppe umgewandelt erscheint, an deren hintern Fläche die Crista occipitalis externa von der Verschmelzung der beiden Hälften der Spitze des Dorn-

fortsatzes zeugt. Das grosse Hinterhauptsloch umschliesst gerade so wie die Höhle jedes andern Wirbels das Rückenmark und ist die unzweifelhafte Fortsetzung des Rückenmarkskanals.

In der flächenhaften Umbildung der Dornfortsätze zu Dornblättern ist auch der Charakter der beiden andern Schädelwirbel zu sehen. Am Vorder- oder Stirnwirbel entspricht dem Dornfortsatze das Stirnbein, dessen ursprünglich gesonderte Hälften wie die der Hinterhauptsschuppe meist verschmelzen, wogegen die Dornblätter des Mittel- oder Scheitelwirbels, die beiden Scheitelbeine meist stets getrennt bleiben. Zu den Scheitelbeinen gehört die hintere Partie des Keilbeins als Körper, die grossen Flügel als die verbindenden Bogenstücke; zu den Stirnbeinen die vordere Partie des Keilbeinkörpers als Körper und die kleinen Flügel als Bogen. Die Körper der 3 Schädelwirbel, anfangs nur durch Knorpelfugen mit einander verbunden, verschmelzen später durch Knochenmasse vollständig.

Einer der Unterschiede in der Aeby'schen und Virchow'schen Auffassung besteht demnach in der verschiedenen Deutung der Schädelgewölbsknochen, welche von Aeby als Bogentheile, von Virchow als Dornfortsätze betrachtet werden. Ausserdem schliesst Virchow die Schläfenschuppe vom Wirbelgebiete aus.

Ob die Uebergehung des gewichtigen Unterschiedes in der Segmentation des Schädels und der Rückenwirbelsäule gerade so wie die Beschränkung der Betrachtung nur auf das vollendete oder der Vollendung nahe Schädelgerüst nur dem Zwecke der Vereinfachung der populären Darstellung dienen soll, oder ob der grosse Forscher überhaupt denselben für nicht belangreich hält, muss zweifelhaft erscheinen.

Das Phänomen der Continuität des Schädels, welches in aller Schärfe uns entgegen tritt, sobald wir auf frühere Zustände des Kopfskelets zurückgehen, bildet in der bisherigen Fassung der Wirbeltheorie eine der Hauptschwächen, welche selbst durch die sorgfältige und umfassende Darstellung Aeby's nicht verwischt werden konnte.

Mit Ausscheidung des von Owen und Aeby beibehaltenen 4. oder vordersten Wirbels erstreckt sich das Wirbelgebiet des Hirnschädels an dessen Grunde vom Hinterhauptsloche bis zur Keilbeinspitze und umfasst alle knorplig vorgebildeten Theile des Kopfskelets bis auf das Siebbein und Felsenbein, welche als Sinnesknochen dem Wirbelgebiete ursprünglich fern stehend, zur Vervollständigung der Hirnschädelkapsel ebenso hinzutreten, als die nicht knorplig vorgebildeten, aus dem Integument sich bildenden Theile des Schädeldaches, der obere Theil der Hinterhauptsschuppe, die beiden Scheitelbeine und die meist zu einem Knochen vereinigten, ursprünglich getrennten, Stirnbeinhälften. Dass diese suplementären oder Deckknochen gerade den bei weitem überwiegenden Theil der Hirnschädelkapsel beim Menschen und den höhern Wirbelthieren ausmachen, während sich die eigentliche Fortsetzung der Wirbelsäule auf wenig mehr als den Schädelgrund beschränkt, ist eine sehr auffallende Erscheinung und keine Stütze für die Wirbeltheorie. Carl Vogt[1]) betrachtet deshalb die Knochen des Schädelgewölbes als dem Wirbelgebiet fremde Bildungen. Die Fortsetzung der Wirbelsäule bilden das Hinterhauptsbein (mit Ausnahme des Schuppentheils), welches sich wie ein Wirbel der Wirbelsäule um die Chorda herum bildet, und die beiden Keilbeinkörper, welche aus Belegmasse der Chorda, nämlich den seitlichen Schädelbalken und ihrer vordern Vereinigung (vorderen Endplatte) entstehen.

Auch die Regelmässigkeit der Anordnung der zu den 3 Wirbelringen zusammengefügten Schädelknochen, welche durch den Augenschein bei dem fertigen Schädelgebäude die Richtigkeit der geschilderten Auffassung erweisen soll, wird besonders beim Schläfenwirbel, der den grössten Theil des Wirbelgebiets einnimmt, hinfällig. Bei den meisten Affengattungen erreichen die grossen Keilbeinflügel die Scheitelbeine nicht, indem sich der verbreiterte Schuppentheil des Schläfenbeins mit dem Stirnbeine verbindet und diese Abweichung kommt nicht selten auch beim Menschen vor, nicht

[1]) Physiologische Briefe. 3. Aufl. Giessen. 1861. S. 607.

blos beim Neger und anderen niedrig stehenden Racen, sondern auch beim Europäer, z. B. bei den Slaven. In diesem Falle sind die Scheitelbeine nur mittelst der Schläfenschuppe mit den grossen Keilbeinflügeln verbunden.

In Bezug auf die Schläfenschuppe, der beim Menschen ein ansehnlicher Antheil an der Bildung der Schädelseitenwand zufällt, ist zu bemerken, dass dieselbe schon bei den, dem Menschen zunächst stehenden Säugethieren, den Affen, an Höhe beträchtlich abgenommen hat, bei niedern Säugethieren auf unbedeutende Ausdehnung reducirt und von da in der Wirbelthierreihe abwärts von der Begrenzung der Schädelkapsel ausgeschlossen erscheint.

Noch eine andere Thatsache ist der Auffassung des Schädels als Complex von 3 Wirbeln nicht günstig. Der eine Wirbelcharakter, der Austritt der Hirnnerven aus dem Centralkanal, der Hirnhöhle, durch Intervertebrallöcher erscheint hierbei im Vergleich zum Austritt der Spinalnerven als ein übermässig stark entwickelter. Die Austrittsöffnungen liegen bis auf das Foramen jugulare nicht zwischen je zwei Wirbeln, sondern in der Substanz der Wirbelbogen. Das Auffallende dieser Abweichung wird nicht aufgehoben, auch wenn man mit Aeby die 10 hintern Nervenpaare in drei Gruppenpaare zusammenfasst und annimmt, dass jede Gruppe ursprünglich nur aus Zweigen eines Nerven bestanden, die sich allmählig zu selbstständigen Nerven ausgebildet habe.

Das bei der vorher geschilderten Auffassung des Hirnschädels als Complex aus 3 Wirbeln am meisten ungünstige Moment bildet aber die von uns bereits mehrfach erwähnte Thatsache, dass der Schädel zu der Zeit, als die Gliederung der Wirbelsäule stattfindet, noch keine Gliederung zeigt, sondern zur Zeit der knorpligen Vorstufe im Gegensatze zu dem Verhalten der Wirbelsäule ein Continuum bildet. Somit hat die erst bei Beginn der Verknöcherung am Schädel auftretende secundäre Segmentation mit der in einem früheren Stadium stattfindenden der Wirbelsäule Nichts als eine äussere Aehnlichkeit gemein und eine wesentlich andere physiologische Bedeutung als diese. Darnach ist es mehr als zweifelhaft, ob die Grenzen der Schädelknochen, welche

die angenommenen Wirbelringe zusammensetzen, ursprüngliche Grenzen von Wirbeln darstellen. Würde diese späte Gliederung am Schädel ihrem Wesen nach mit der frühen Segmentation der Wirbelsäule übereinstimmen, so hätte an dem knorpligen Schädel wenigstens eine Andeutung derjenigen Grenzlinien bemerkt werden müssen, welche den spätern Abgrenzungen der Schädelknochen entspräche. Dies ist aber nicht der Fall. Von den Forschern, welche bis jetzt mit unserem Gegenstande sich näher befasst haben, ist C. Bruch der einzige, welcher in der früher citirten Schrift[1]) angiebt, dass er an Rindsembryonen von 6‴ Länge die knorpligen Elemente der 3 Kopfwirbel kurze Zeit in gesonderter Anlage gesehen habe. Er schliesst daraus, dass diese Sonderung wenn auch nur auf kurze Zeit und deshalb der häufigen Beobachtung entzogen, bei allen Wirbelthieren stattfindet. Diese Angabe steht vereinzelt da und ist noch von keinem Forscher wiederholt worden. Ich selbst habe mehrfache Gelegenheit gehabt, Embryonen sehr früher Stadien von Kaninchen und Hunden und in der Cholerarepidemie von 1866 bei Sectionen menschlicher Leichen zu untersuchen, ohne die Behauptung C. Bruchs bestättigen zu können. Dieselbe dürfte wohl auf eine andere Erscheinung bezogen werden, die aber auf die Segmentation im knorpligen Stadium keinen Bezug hat. An dem Schädeldach schon des häutigen Schädels bemerkt man 2 flache Abschnürungen, wodurch dasselbe in 3 Abtheilungen zerfällt, welche den von Baerschen Hirnzellen entsprechen, aber nur das Schädeldach betreffen, niemals sich bis nach der Schädelbasis hin erstrecken, darnach als Andeutnng von Segmentation nicht betrachtet werden können.

Mit dem Fehlen jeglicher Gliederung in dieser Vorstufe des Schädels stimmt auch dessen Verhalten bei Thieren überein, bei welchen derselbe zeitlebens knorplig bleibt, das Cranium der Knorpelfische, bei denen aber die Segmentation der Wirbelsäule ebenso gesetzmässig erfolgt, wie an der

1) Die Wirbeltheorie des Schädels am Skelet des Lachses geprüft. 1862. S. 17.

Wirbelsäule höherer Wirbelthiere bei Beginn der knorpligen Vorstufe.

Aus den erörterten Gründen gegen die Richtigkeit der bisherigen Auffassung des Schädels als Complex dreier Wirbel hat sich auch Th. H. Huxley gegen dieselbe erklärt[1]). Er sieht in den durch Nähte gesonderten wirbelähnlichen Schädelringen keine, von Wirbeln ableitbaren Bildungen. Er betont, dass die erste Anlage des gesammten Axenskelets der Wirbelthiere eine gleichartige ist, dass sie sich aber in 2 Abschnitte sondert, welche beide die Chorda dorsalis umfassen. Der hintere differenzirt sich zur Wirbelsäule, der vordere ist niemals gegliedert und wird zur Anlage des Schädels. Beide gehen in ihrer weitern Entwickelung verschiedene Wege. Der Schädel ist nicht mit mehr Recht eine modificirte Wirbelsäule, als letztere ein modificirter Schädel zu nennen; beide sind wesentlich gesonderte und verschiedene Modificationen einer und derselben Bildung. Huxley verwirft somit die Wirbeltheorie des Schädels völlig.

Ist nun einerseits in Vorstehendem deutlich festgestellt, dass das Problem der Schädelgestaltung in der Weise, wie es von den Forschern von Oken bis Aeby und Virchow als gelöst betrachtet wurde, keine den Anforderungen der modernen Wissenschaft genügende Lösung erfahren hat, so hat sich doch andererseits ergeben, dass bis auf das abweichende Phänomen der Segmentation und einige damit verbundene andere Erscheinungen beide Theile des Axenskelets in vielfachen und wichtigen Beziehungen mit einander übereinstimmen. Die Deutung der ersteren ist deshalb Gegenstand weiterer Forschung. Dabei hat dieselbe den früheren Fehler der Wahl der fertigen Form des knöchernen Kopfskelets als Ausgangspunkts der Untersuchung zu vermeiden. Sie hat

---

1) On the theory of the Vertebrate skull. London. 1858.

Lectures on the elements of comparative anatomy on the classification of animals and on the vertebrate skull. London, 1864. pg. 208 und 301.

Lessons in elements physiolog. 4. ed. London, 1871.

Manuel of the Antomy of Vertebrated animals. London, 1871. pg. 41.

vielmehr auf jene Epoche in der Schädelbildung zurückzugehen, in welcher jenes Moment der beide Gebiete des Axenskeletts scheidenden Segmentation noch nicht vorhanden ist, also auf den häutigen Zustand. Die Erkenntniss des Verhaltens der Chorda dorsalis als Maass für Ausdehnung des vertebralen Theils des Schädels nach vorn, der Theilnahme der Gewebselemente ihrer Hüllen an der Zusammensetzung des craniellen Gewebes wird zur sicheren Grundlage für die weitere Betrachtung werden. Mit der Wahl des neuen Ausgangspunktes hebt sich zugleich die Beschränkung: die Giltigkeit der Ergebnisse auf das Kopfskelet nur derjenigen Wirbelthierklassen beziehen zu müssen, bei denen dasselbe verknöchert, ist ferner die Freiheit verstattet, auch diejenigen Wirbelthiergruppen in den Kreis ihrer Betrachtung zu ziehen, bei welchen das Kopfskelet zeitlebens auf der niedrigen Stufe der knorpligen Beschaffenheit bleibt und endlich die Möglichkeit gegeben, die Resultate am vergänglichen knorpligen Primordialschädel höherer Wirbelthiere, mit denen am persistenten niederer Gruppen zu vergleichen.

Wir gehen nun auf den dem Knorpelzustande vorausgehenden häutigen, auf die erste Entwickelungsstufe des Skelets zurück, auf welcher die verschiedenen Anlagen des embryonalen Körpers ganz andere Lagebeziehungen zu einander zeigen als später.

Der röhrenförmige häutige Schädel entsteht dadurch, dass die häutigen, anfangs planen, ungegliederten Urwirbelplatten, welche an dem Vorderrande der Wirbelsaite sich bogenförmig vereinigen, 1) mit diesem Schlussbogen das vordere Chordaende überragen und sich über dasselbe erheben, wodurch das Vorderende des Schädelrohres geschlossen wird; 2) mit ihren innern, an Dicke zunehmenden, Rändern die Chorda umwachsen und auf diese Weise eine völlig ungegliederte Schädelbasis bilden und 3) mit ihren äussern Rändern sich krümmend (umrollend) emporwachsen, um sich in der Mittellinie des Schädeldaches zu vereinigen. So wird das verhältnissmässig lange Schädelrohr zusammengesetzt, welches das Hirnrohr umschliesst. Der Boden des Schädelrohres endet vorn genau am Chordaende, hängt mit demselben innig

zusammen und zieht sich daselbst später zum Trichter aus. Die Chorda bildet demnach für die Uranlage des Schädels und der Wirbelsäule die gemeinschaftliche Axe. Diese Uranlage entspricht anfänglich nur demjenigen Theile des Schädels, welcher vorn bis zur Sattelgrube reicht, während derjenige Theil des Schädels, welcher das Gebiet von der Sattelgrube bis zur Stirn vorstellt, in dieser frühen Zeit noch gar nicht entwickelt ist.

Das aus der Umrollung der Urwirbelplatten hervorgegangene Schädelrohr umschliesst ein inneres, die drei primitiven Hirnblasen darstellendes, Hirnrohr. Schädel und Hirn schliessen beide vorläufig mit der Gegend der spätern Hypophysis cerebi, dem Vorderende der Chorda, ab. Das Hirnrohr endet also in dieser Zeit des Entwickelungslebens nicht mit den Grosshirnhemisphären, sondern mit einer Blase, deren Höhle der Gegend des spätern dritten Hirnventrikels entspricht. Die primitive Stirnwand liegt demnach an der spätern Hypophysengegend und ist von der spätern definitiven Stirnwand völlig verschieden. Schon jetzt zeigt der Frontaldurchschnitt des Hirnschädels eine verdickte Basis und ein äusserst dünnes Dach, das durch die flachen Einschnürungen in drei Abtheilungen (Hirnzellen von Baer's, Schädelzellen Dursy's) getheilt erscheint. Dieselben liegen anfangs hintereinander. Die das vordere (wir denken uns die Embryonalaxe horizontal liegend) freie Ende der ersten Schädelzelle bildende Wand hat sich aus dem Schlussbogen der Urwirbelplatten hervorgebildet, geht also vom vordern Ende der Wirbelsaite ab. Das Längenwachsthum des Schädels macht sich in dieser Zeit mehr am Schädeldach als an der Schädelbasis geltend. Die Gegend des vordern Chordaendes erscheint dabei als fixirter Punkt, als Drehpunkt. Die vorwärts gedrängte vordere Wand der ersten Schädelzelle wird zuerst allmälig abwärts, dann fusswärts, endlich rückwärts geschoben. Die ursprünglich vordere Wand der ersten Schädelzelle bildet nun die Verlängerung der Schädelbasis, welche an der Grenze der Basis des ursprünglichen Schädels und des neu hinzukommenden Schädelabschnittes unter spitzem Winkel an ihr angesetzt erscheint. So entsteht die erste Kopfbeuge. Erst

von diesem Zeitpunkt ab kann von der Siebbeinpartie des über seine Anlage hinaus gewachsenen, immer noch ungegliederten, häutigen Schädels die Rede sein, dessen Entstehung demnach bis auf den das Vorderende der Chorda berührenden kleinen Theil (Körper des spätern vordern Keilbeins?) ausserhalb des Bereiches der Chorda dorsalis fällt.

Während diese Lageveränderung beim niedrigsten Wirbelthier, dem Amphioxus lanceolatus, nicht eintritt, die Siebbeinpartie und das mit ihr in Verbindung stehende vordere Keilbein gar nicht zur Entfaltung kommt, der Kopf dieses Wesens zeitlebens auf einer so niedrigen Stufe der Ausbildung stehen bleibt, dass er nur dem Sphenooccipitaltheil des Schädels der höhern Wirbelthiere entspricht, zeigen die Embryonen aller Fische und aller höhern Wirbelthiere in dieser Zeit die auf angegebene Weise sich vollziehende Entwickelung des Siebbeintheils des Schädels und der Kopfbeuge.[1]) Damit tritt in der ursprünglich bei allen Wirbelthieren, auch den niedrigsten, vollkommen gleichen Beschaffenheit des ursprünglichen Schädelrohres der erste wichtige Unterschied auf und erklärt die auffallende Abweichung, dass beim Amphioxus lanceolatus die Wirbelsaite die Stirnwand, welche der primitiven, aber nicht der definitiven Stirnwand der übrigen Wirbelthiere entspricht, zeitlebens erreicht.

Von dem vorderen Ende der Wirbelsaite an, welche den frühern Zusammenhang der gesammten Chorda mit dem Hirn- oder Medullarrohr am Boden der vordern primitiven Hirnblase und dem Darmdrüsenblatte bewahrt und in der Mitte der Sattelgrube liegt, erstreckt sich die Chorda als zelliger Strang, indem sie eine winkliche, dorsalwärts gerichtete Biegung macht, durch die dem Körper des hintern Keilbeins und dem Basilartheil des Hinterhauptbeins entsprechende Partie hindurch, aber mehr oberflächlich, mehr der Schädelhöhle zugewandt und an manchen Stellen nur von der harten

[1]) Dass diese Kopfbeuge später bei Bildung der Antlitzpartie des Schädels, deren Grundlage die Siebbein- und vordere Keilbeinpartie ist, mehr oder minder, beim Menschen am wenigsten, sich zurückbildet, liegt ausser dem Bereiche unserer Betrachtung.

Hirnhaut bedeckt, zur Spitze des Zahnfortsatzes des zweiten Halswirbels.

Während also das hintere Keilbein und der Grundtheil des Hinterhauptbeins auf gleiche Weise wie die Wirbelkörper des Rückgrats von der Wirbelsaite durchzogen werden, liegt die Uranlage der vordern Keilbeinpartie nur vor Eintritt der Kopfbeuge im Bereiche der Chorda, dann aber — das Vorderende der Chorda bedeckend — vor derselben, wird also, wie der erste Hinterhauptswirbel, der Atlas, von der Chorda nicht durchzogen, sondern nur berührt. Das vordere Keilbein ist demnach als prochordale Schädelpartie, der Atlas als parachordaler Wirbel des Rückgrats[1]) zu betrachten.

Getrennt durch den prochordalen Körper des kleinen Keilbeins, liegt das Siebbein (4. Schädelwirbel nach Owen) und der Vomer (der Körper von Aeby's 4. Schädelwirbel) ausser jeder Beziehung zur Chorda, ausser dem Bereiche der Wirbelbildung, und müssen beide daher von diesem Gebiete des Axenskelets ausgeschlossen werden. Die Lamina cribrosa des Siebbeins tritt aber später als Sinnesknochen zur Vervollständigung des vorderen Theils der Schädelkapsel zu derselben in ebenso innige Beziehung, wie das gleichfalls ausserhalb des Wirbelgebietes entstandene Felsenbein.

Während des häutigen Stadiums haben Hirnschädel und Rückenmarkskanal genau dieselbe Beschaffenheit, obschon ersterer nach vorn verdickt erscheint; sonst geht derselbe nach hinten ohne Grenzmarke in den letzteren über. Die Gewebselemente sind in beiden Theilen des Axenskelets gleich. Mit der Verknorplung aber tritt der früher erwähnte Unterschied auf. Während der Verknorplungsprocess an der Basis des Rückgrats in der Art unvollständig auftritt und bleibt, dass zwischen den Knorpelstreifen resp. Bogen oder Ringen noch frühere Gewebstheile der Hülle bleiben, tritt der Verknorplungsprocess in der ganzen Ausdehnung der Basis cranii gleichzeitig und gleichmässig auf, so dass dieselbe

---

1) So wie der bei manchen Reptilien und Amphibien nur zum kleinsten Theil von dem hinteren Chordaende durchzogene letzte Schwanzwirbel als epichordaler Caudalwirbel.

sich als ein Continuum documentirt. Diese Erscheinung ist seit v. Baer's Entdeckung an den vergänglichen knorpligen Primordialschädeln und Primordialwirbelsäulen am Menschen und den meisten Gruppen der Wirbelthiere allgemein beobachtet worden. Gegenbauer hat nun in der neuesten Zeit dieselbe an dem der Untersuchung noch erheblich leichter zugänglichen, zeitlebens persistenten knorpligen Cranien der Selachier, einer Gruppe von Knorpelfischen, ebenfalls bestätigt. [1])

Obgleich der Primordialschädel der Selachier, da er auf einem Stadium verharrt, welches für die Entwickelung desselben bei höheren Wirbelthieren nur ein Durchgangs- oder Uebergangsstadium darstellt, als einen niederen Zustand sich kennzeichnet und das zeitlebens Persistentbleiben der Chorda bei manchen Arten ebenfalls ein Verharren auf einer niederen Entwickelungsstufe bedeutet, so stimmt doch nicht nur das häutige Stadium des Selachierschädels mit dem höherer Wirbelthiere überein, sondern auch der Aufbau des Knorpelschädels vollzieht sich in derselben Weise wie bei den höheren Thiergruppen. Nur mit dem weiteren Wachsthum tritt ein bedeutungsvoller Unterschied ein. Während bei letzteren der knorplige Schädel Verknöcherungspunkte erhält und mit weiterem Wachsthum immer mehr verknöchert, vergrössert sich die Schädelwand des Knorpelschädels der Selachier durch vollkommen homogene Ausdehnung. Nur ein kleiner sagittaler Streif des Daches bleibt hier wie dort noch einige Zeit häutig, um später hier in den knorpligen und dort in den knöchernen Zustand überzugehen. Von einer Segmentation ist am persistenten Knorpelcranium der Selachier ebensowenig irgend eine Spur zu entdecken, als an dem vergänglichen Primordialcranium der höheren Wirbelthiere.

Gleichwohl ist der Process der Verknorplung am Schädel so sehr dem an der Wirbelsäule gleich, dass sich die Knorpel-

---

[1]) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Heft III. Das Kopfskelet der Selachier. Leipzig, 1872. pg. 26—30, pg. 119—134, pg. 237—249.

masse der letzteren bei manchen Arten, z. B. Hexanchus [1]), ohne Scheidung in die Schädelbasis fortsetzt. Bei andern Gattungen besteht daselbst eine Continuitätstrennung, woraus sich bei wieder anderen Gattungen in langer Reihe von Uebergängen allmählig das Gelenk zwischen Hinterhaupt und Atlas entwickelt.

Der durch das Verhalten der Wirbelsaite und der gleichmässigen Theilnahme ihrer Scheide an dem Aufbau des craniellen und vertebralen Gewebes bedingten Uebereinstimmung zwischen Schädel und Wirbelsäule tritt demnach als unterscheidendes Moment der Eintritt der Segmentation an letzterer und der Mangel derselben an ersterem im knorpligen Stadium entgegen. Dieser Gegensatz zwischen den beiden Theilen des Axenskelets wird aber durch Erscheinungen gemildert, welche auf eine ehemalige, gegenwärtig freilich verschwundene, Segmentation am Schädel schliessen lassen.

Indem wir nämlich den Begriff eines Wirbels nicht auf seine Bedeutung als abgegrenzter Theil des zur Aufnahme des Centralorgans des Nervensystems bestimmten Canals beschränken, sondern uns daran erinnern, dass nicht nur die jenen Canal zusammensetzenden dorsalen Bogen, sondern auch die mit den Wirbeln vereinigten ventralen Bogen und die zwischen den Basen der dorsalen Bogen befindlichen, zum Durchtritt von Nerven bestimmten, Intervertebrallöcher den Wirbel charakterisiren, müssen wir prüfen, ob die Beziehungen der genannten Theile zum Schädel dieselben sind, wie die Beziehungen der homodynamen, resp. homologen Theile zur Rückenwirbelsäule. Wir haben also, um über die Richtigkeit der Auffassung des Schädels als Wirbelcomplex entscheiden zu können, das Verhalten des

---

1) Mit diesem makro-anatomischen Verhalten stimmt auch das histologische vollkommen überein. Die Formelemente, welche im Cranium mehr rundliche, in der Wirbelsäule mehr langgestreckte, spindelförmige Zellen, die aber beide in derselben Intercellularsubstanz der skeletogenen Chordascheide eingebettet sind, gehen an der Hinterhauptsregion so allmählig in einander über, dass aus dem Gewebe der Uebergangspartie unmöglich ist zu schliessen, ob es dem Cranium oder der Wirbelsäule angehört.

Visceralskelets und der Hirnnerven zu demselben in den Kreis unserer Betrachtung zu ziehen.

Während sich weder an der Basis, noch am dorsalen Theil des Hirnschädels irgend welche Spur einer Segmentation erkennen lässt, haben sich an dem Visceralskelet gesonderte Bogen erhalten.

Die Visceralbogen, uranfänglich gleich gestaltet — worauf mehrere embryologische Erscheinungen hinweisen — zeigen sich bei allen vollkommen entwickelten Wirbelthieren, welche der gegenwärtigen Epoche des Erdbestehens angehören, durch Anpassung an mannigfache Vorrichtungen verschieden gestaltet. Betrachten wir zuerst die Knorpelfische, deren Visceralskelet den ehemaligen embryologischen Verhältnissen am nächsten steht. Drei vordere Bogen schliessen sich der Begrenzung der Mundöffnung an. Während der eine derselben, der Kieferbogen, das seiner Thätigkeit entsprechende Uebergewicht gewann, fand eine Rückbildung der beiden andern statt. Dass der erste Visceralbogen, gleich dem hintern Kiemenbogen, einst im Dienste der Athmung stand, folgert Gegenbauer aus der Anwesenheit des Spritzloches bei Selachiern und Ganoiden, als einer rudimentären Kiemenspalte und des daran befindlichen Kiemenrudiments. Die hinter dem Kieferbogen folgenden Kiemenbogen haben sich in mehr oder minder unveränderter Gleichartigkeit erhalten. Doch hat der erste von ihnen, der Zungenbeinbogen, sich seiner Beziehungen zu den Kiemen theilweise entledigt und ist der hinterste Kiemenbogen in der Rückbildung begriffen. Ausserdem hat sich auch die Lage der Kiemen verändert — ein Umstand, der die Annahme der Zugehörigkeit der Kiemenbogen zum Schädel zu trüben scheint. — Während bei Stören und Knochenfischen — den Aal und einige andere Arten ausgenommen — die Kiemenbogen gleich den vorangehenden Visceralbogen nur mit dem Schädel verbunden sind und in embryologischen Zuständen bei Haien und Rochen mehr Kiemenbogen am Schädel adhäriren als später, lagern bei den erwachsenen Thieren dieser Knorpelfischgruppen alle Kiemenbogen an der Rumpfwirbelsäule. Während sich also hier eine Verschiebung der Kiemenbogen zeigt, welche weiter aufwärts in der Wirbelthierreihe

zu neuen Athmungsverhältnissen führt, finden wir bei Ganoiden und Teleostiern den ursprünglichen Zustand. Die Annahme der ursprünglichen Zugehörigkeit zum Schädel wird ferner noch dadurch gerechtfertigt, dass auch bei den Rochen und Haien die Kiemenbogen vom Schädel aus mit Nerven (Vagus) versorgt werden.

In der längst verklungenen Epoche des Erdbestehens, als die Anpassung der Athmungswerkzeuge mancher Wirbelthiere an die Luftathmung vor sich ging, mussten allmählig erhebliche Veränderungen an den Kiemenbogen und den Organen, deren Träger sie sind, stattgefunden haben, die eine grössere Scheidung der Athmungs- und Verdauungswege erzielten. Die Verhältnisse der Athmungsorgane bei Salamandrinen und Batrachiern sind hiervon noch heut einige Beispiele. Bei höheren Wirbelthieren und selbst beim Menschen finden wir in frühen Zuständen des Entwickelungslebens noch Andeutungen ehemaliger Kiemenbogen und Spalten, obschon wahrscheinlich eine Anzahl spurlos verschwunden ist. Bei Säugethierembryonen zeigen sich auf jeder Seite des Halses fünf Kiemenspalten, welche den Zwischenräumen von sechs Bogen entsprechen. Sämmtliche Kiemenbogen gehen paarig von der Schädelbasis aus und haben Knorpelstreifen zur Grundlage. Der erste oder vorderste Kiemenbogen ist hinsichtlich der Bildungen, welche sich aus ihm entwickeln, der umfangreichste; Theile des mittleren Ohrs, die Oberkieferbeine, Gaumenbeine und Flügelbeine verdanken diesem Bogen ihre Entstehung. Indem von dem obern Theile desselben, da, wo er von der Schädelbasis ausgeht, eine wuchernde Masse nach vorn und innen gegen die Mitte wächst, wird durch Anlehnen derselben an die Nasenscheidewand ein horizontales Dach gebildet, wodurch die Nasenhöhle von der Mundhöhle geschieden wird. Der folgende Unterkieferbogen zieht als cylindrischer, gekrümmter Knorpelstab von der Schädelbasis jederseits um die vordere Oeffnung des Darmrohrs (Mund) bis zur Vereinigung mit dem entsprechenden Bogen der andern Seite in der Mitte. Das oberste Ende dieses Knorpelstabes verknöchert und bildet den Hammer. Das untere Ende verknöchert nie, sondern bleibt ein Knorpel-

stab, auf dessen äusserer Fläche sich der Unterkiefer als Belegplatte entwickelt. Der nächste Kiemenbogen nimmt in seinem obersten Theil Antheil an der Bildung der Paukenhöhle und entwickelt in seinem Innern gleichfalls einen Knorpelstab, welcher in seinem obern Ende verknöchert und den Steigbügel, sowie den Griffelfortsatz des Schläfenbeins bildet. Der mittlere Theil dieses Knorpelstabes wandelt sich in ein fasriges Band um, welches der vordern verknöcherten Hälfte, dem kleinen Horn des Zungenbeins, anhaftet. Der vorletzte Kiemenbogen hat ebenfalls einen Knorpelstreifen zur Grundlage, welcher, in seinem untern Abschnitte verknöchernd, das grosse Horn des Zungenbeins sowie dessen Körper bildet. Die beiden letztgenannten Kiemenbogen scheinen ausserdem den Kehlkopf und die Zunge hervorgehen zu lassen. Der sehr feine Knorpelstreif des letzten Kiemenbogens endlich verschwindet — ohne zu verknöchern — in den fleischigen Bedeckungen des Halses.

Die ursprünglich angelegten Kiemenspalten verschwinden durch rasches Zusammenwachsen der einzelnen Bogen bis auf die erste Spalte, welche mit der der Gegenseite die Mundöffnung bildet und bis auf den obern Theil der zweiten, welche die Bildung des mittleren Ohres bedingt.

Dies Verhalten weist demnach auf ursprünglich gemeinsame Zustände im Entwickelungsleben der höhern und niedern Wirbelthiere hin[1]) und lässt in beiden Reihen die Kiemenbogen als von der Basis des Schädels ausgehend erscheinen.

Da nun Schädel und Wirbelsäule ein analoges Lageverhältniss über dem Darmrohr zeigen, am ganzen Rumpftheile den untern ventralen Bogen stets obere dorsale correspondiren und darin eine ursprünglich regelmässig durchgeführte Gliederung sich documentirt, so liegt es nahe zu schliessen, dass auch am Kopfe in Anbetracht der übrigen

---

[1]) Noch in der gegenwärtigen Epoche des Erdbestehens ist die Oeffnung des Darmrohrs zugleich Oeffnung für das Athmungsrohr und deutet auf einstige grössere Ausdehnung des gemeinschaftlichen Abschnittes beider Wege.

wichtigen genetischen Uebereinstimmungen dasselbe Gesetz der Gliederung waltet und dass an demselben nicht einseitig nur eine ursprünglich ventrale stattfand, ohne dass ihr nicht auch dorsale Abschnitte uranfänglich hätten entsprechen sollen. „Dieselben sind aber verschwunden und nicht einmal embryonal angedeutet.“ (Gegenbauer.)

Die Verwachsung der ursprünglichen Hirnschädel-Abschnitte in ein knorpliges Continuum ist am Axenskelet der Wirbelthiere keine allein dastehende Thatsache. Der Schädel ist aber derjenige Theil der Wirbelsäule, in dem sie im ganzen Wirbelthierreiche als gemeinsame Eigenschaft auftritt. Die Verschmelzung von Wirbeln zu einem Continuum kommt in den verschiedensten Theilen des Rückgrates vor, entweder so, dass noch eine Spur ehemaliger Sonderung an den Wirbelkörpern sich andeutet[1]), oder so vollständig, dass weder an der äussern Oberfläche noch an der Innenwand des Wirbelkanals irgend eine Andeutung ehemaliger Segmentation wahrnehmbar ist. So ist bei den Chimären der vorderste Abschnitt der Wirbelsäule zu einem Continuum verschmolzen. In noch grösserer Ausdehnung tritt diese Erscheinung bei den Rochen auf. Dasselbe gilt von den Stören, bei denen das Wirbelcontinuum ungeschieden mit dem Cranium zusammengeflossen erscheint.

Diese Wirbelcomplexe sind auch dadurch ausgezeichnet, dass sich bei ihnen Eigenthümlichkeiten ausgebildet haben, welche den gesonderten Wirbeln des Rückgrates fehlen und dass sie Eigenschaften verloren haben, welche letzteren zukommen. Bei den Chimären sind die vordersten zwölf Wirbel zu einem Ganzen vereinigt, das der mächtigen Ausbildung des aus den verwachsenen Dornfortsätzen gebildeten Gerüsts für die Verbindung mit dem Stachelstrahle der Dornflosse angepasst erscheint. Am auffallendsten tritt die Verschmelzung bei den Rochen auf. Bei manchen Arten derselben (Raja, Torpedo) erscheint der ganze, den Wirbelkörpern entsprechende, Basaltheil des verschmolzenen Abschnittes der Wirbelsäule als aus einer homogenen Knorpel-

1) Vergl. Stannius Zootomie der Fische. S. 17.

masse bestehend. Er soll dem Schultergürtel eine kräftige Stütze gewähren.

Erwägen wir alle diese Vorkommnisse, so verliert die Verschmelzung der ursprünglichen Abschnitte des knorpligen Schädels zu einem Continuum das Eigene und Fremdartige und erscheint in ähnlicher Weise als Anpassung an die Besonderheit der Entwickelung seines Contentum, wie die erwähnten Verschmelzungen an der Wirbelsäule an besondere Aufgaben ihrer Nachbarorgane.

Wie nun in den angedeuteten Beispielen von Wirbelcomplexen 1) aus den mit den übrigen gesonderten Wirbeln der Wirbelsäule übereinstimmenden Gewebe- und Gestaltverhältnissen; 2) aus der Zahl der an dem Complexe vorhandenen, nicht verschmolzenen, ventralen Bogen, von denen freilich manche im Laufe geologischer Perioden verschwunden sein konnten; 3) aus dem noch viel beständigeren Verhalten der durch die Intervertebrallöcher durchtretenden Spinalnerven geschlossen werden muss, dass wir hier nicht etwa einen einzigen, ausserordentlich verlängerten, Wirbel, sondern Complexe verschmolzener Wirbel vor uns haben, so müssen wir aus dem, mit der Wirbelsäule übereinstimmenden, formalen Verhalten des als Continuum erscheinenden Hirnschädels, aus den noch vorhandenen Ueberresten ursprünglich zahlreicherer ventraler Bogen schliessen, dass derselbe ebenfalls eine ungetheilte Summe verschmolzener Wirbel darstellt, sobald die durch die Basallöcher durchtretenden Hirnnerven im Allgemeinen sowohl, als auch in der besonderen Beziehung zu den ventralen Bogen sich den Rückgratsnerven als homodynam, als gleichwerthig erweisen.

Wir müssen also erstere in ihrer Eigenschaft als Zwischenwirbelnerven, in ihrer Beziehung zu ihren Austrittsstellen, zu ihrem centralen Ursprung und peripherischem Verhalten mit den Rückgratsnerven in Parallele bringen.

Bei diesem Vergleiche muss jedoch daran erinnert werden, dass der Bau der Wirbelsäule, das gleichmässige Verhalten des ihren Canal durchziehenden, verhältnissmässig einförmig gebauten Contentum, die einfacheren und gleichmässigern Verhältnisse in Lage, Gestalt und Thätigkeit der umgebenden

Weichtheile, unendlich einfachere und gleichartigere Zustände sowohl im Ganzen als auch in den einzelnen Nervengebieten darstellen, ein viel gleichartigeres Verhalten der Spinalnerven zulassen, als der für die Umhüllung des ansehnlich ausgedehnteren Hirns eingerichtete, der Aufnahme von eigenthümlichen Sinnesapparaten und so manchen andern, an der Wirbelsäule unbekannten, Umständen angepasste, verwickelte Bau des Schädels. Die Gegensätze müssen sich vergrössern, je höher wir in der Wirbelthierreihe aufwärts steigen. Wir dürfen daher nicht erwarten, Deutlichkeit, Sonderung und Vermischung der sensitiven und motorischen Wurzel, ganglionäre Anschwellung der ersteren, Abgabe von dorsalen und ventralen Aesten in so unveränderter Weise am Schädel wieder zu finden, wie wir dies an der Wirbelsäule zu sehen gewohnt sind. Obwohl aber die Hirnnerven viel von ihrem ursprünglich spinalen Typus aufgegeben haben, so bieten sie doch besonders bei Fischen und Amphibien, aber auch bei höhern Wirbelthieren, Momente genug, welche auf ihren ursprünglich spinalen Charakter hinweisen.

Von unserer Betrachtung bleiben N. Olfactorius und Opticus ausgeschlossen. Die Art ihres Ursprungs aus vordern Hirntheilen, ihres Verlaufes, ihres Verhaltens als höhere Sinnesnerven weicht von der Natur der Spinalnerven zu sehr ab, als dass sie zu dieser Kategorie gezählt werden dürften. Die vordere Hirnpartie, aus der sie entspringen, zeigt sich besonders bei höhern Wirbelthieren auffallend erweitert, während die hintern Hirnpartien sich als zusammengedrängte Massen bei ebenfalls starker Zusammenziehung und Reduction der ihnen angehörigen Schädelabschnitte documentiren.

Dem letzteren Umstande entsprechend, zeigen sich die Ursprünge der dem Typus von Spinalnerven nahestehenden übrigen Hirnnerven in eigenthümlicher Weise nach dem Rückenmarke hin zusammengeschoben, indem sie sämmtlich von der Medulla oblongata (oder Pons Varolii) entspringen oder bis dahin verfolgbar sind. Sie ordnen sich in mehrere Gruppen.

Die erste derselben bildet der Trigeminus. Bei den Selachiern versorgt er 3 primitive Visceralbogen (Kiefer-

bogen), wenn man die in den Lippenknorpeln dieser Thiere vorhandenen Bogenreste mit einrechnet. (Gegenbauer.) Bei den höhern Wirbelthieren erlangt er eine viel grössere und bei den höchsten den grössten Grad der Verbreitung. Er erscheint aus 3 Nerven verschmolzen, deren sensible Wurzeln die bekannte ganglionäre Anschwellung bilden, an welcher Bildung die nahe dabei liegende motorische Wurzel, der Nervus crotaphiticus oder masticatorius keinen Antheil nimmt. Die Augenmuskelnerven (N. oculomotorius, trochlearis, abducens) sind als selbstständig entspringende Theile einer zum Trigeminus gehörigen zweiten motorischen Partie aufzufassen. „Bedenkt man" sagt Gegenbauer[1]), dass die Orbita erst mit dem Entstehen des Auges eine bedeutende Ausdehnung gewonnen haben konnte und dass dadurch anfänglich beisammen liegende Theile auseinander rückten, so sind die Entfernungen der Nerven vom Trigeminus kein Räthsel mehr und aus der Lage der von ihnen versorgten Muskeln erklärbar." Für die Zugehörigkeit dieser Nerven zum Trigeminus spricht auch, dass bei den Cyklostomen, ferner bei Lepidosiren bei den in den Gewässern der Krainer Grotten lebenden Arten von Hypochthon, endlich bei einigen andern Amphibiengattungen einzelne dieser Augenmuskeln vom Trigeminus motorische Zweige erhalten. Der Ramus ophthalmicus ist ein Ramus dorsalis. Bei der Mehrzahl der Knochenfische, besonders beim Karpfen und beim Wels, existiren Rami dorsales Trigemini ausser dem Ophthalmicus.

Die 2. Gruppe bildet der Nervus facialis mit dem acusticus. Für die Zusammengehörigkeit beider Nerven spricht ihre Verbindung am Austritte aus der Medulla oblongata, der Verlauf, der gemeinsame Eintritt in die Schädelwand. Im Vergleiche mit dem Olfactorius und Opticus nimmt der Ursprung des Acusticus nicht die eigenartige Stellung ein wie jene, sondern gleicht darin dem Verhalten der dorsalen oder sensiblen Wurzel eines Rückenmarksnerven. Er ist deshalb schon von den ältesten Anatomen als ein Theil der sensiblen Portion des aus überwiegend motorischen Fasern

1) L. c. S. 285.

zusammengesetzten Facialis angesehen worden. Die erste Anlage des Gehörorgans, die von den niedern zu den höhern Thierklassen in aufsteigender Reihe allmählige Differenzirung des Labyrinths aus einer anfänglich dorsalen Stelle des Integuments, einer an der Körperoberfläche gelagerten Grube, zu deren Epitel die Endigung eines sensiblen Nerven hingeht, durch eine grosse Reihe von Uebergängen hindurch bis zu jenem höchst complicirten Sinnesorgan der höhern Wirbelthiere, wobei der sensible Nerv allmählig in einen sensorischen überging — alles dies spricht für die eben ausgesprochene Ansicht. Der Acusticus ist der dorsale Ast dieser Gruppe. Derselbe Vorgang des Ueberganges aus der Eigenschaft eines sensiblen Nerven in die eines sensorischen findet bei der Entwickelung des Geschmacksinnes statt. (Chorda Tympani. — Ramus lingualis Trigemini.) Mit der fundamentalen Doppelnatur des Facialis stimmt sein Ursprung aus zwei ungleich grossen Wurzeln überein, von welchen die kleinere mit dem, einem Spinalganglion vergleichbaren, Ganglion geniculi in Verbindung stehende Wurzel wegen ihrer Lage zwischen der grösseren und dem Hörnerven als portio intermedia Wrisbergii bezeichnet wird.

Der bei dem Menschen ein so grosses Antlitzgebiet umspannende N. facialis nimmt von den Säugethieren abwärts in demselben Grade ab, als die Antlitzmuskeln verschwinden. Der beim Menschen den Gesichtsausdruck bedingende Nerv verliert dann bald seine Bedeutung. Bei den Vögeln und Reptilien versorgt er nur noch die Muskeln des Zungenbeins und mehrere Nacken- und Halsmuskeln. Bei den ungeschwänzten Amphibien hört er auf, selbstständiger Nerv zu sein und entspringt aus dem Ganglion des Trigeminus. Die ursprüngliche Selbständigkeit des Facialis haben die Perennibranchiaten[1]) (z. B. Hypochthon, Siredon), Derotremen (z. B. Amphiuma, Menopoma und Cryptobranchus) und Cyklostomen bewahrt. Bei den Selachiern versorgt der Hauptstamm des

1) Anatomische Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen v. J. G. Fischer. Hamburg. 1864. S. 132—139.

Facialis die Weichgebilde am Zungenbeinbogen und ist der Nerv dieses Visceralbogens.

Somit erhalten wir durch den Acustico-facialis die Abgrenzung für ein neues Schädelgebiet.

Die 3. Gruppe bildet der N. glossopharyngaeus, der überwiegend sensible Fasern enthält. Er entspringt aus einem obern grössern und einem untern kleinern Wurzelfaserbündel an der Medulla oblongata vor dem Vagus. Die der grösseren Wurzel angehörigen Fäden gehen in die Bildung des Ganglion petrosum ein. Beim Menschen tritt er in ein Canälchen der Dura mater und durch das Foramen jugulare hindurch, wo er in einer eignen, von der harten Hirnhaut und einer Knochenlamelle gebildeten Scheide vor dem N. vagus liegt. Auf dem Wege durch das Cranium entsendet der Nerv einen von Stannius bei Acantias und Carcharias erkannten Ramus dorsalis, der hinter dem hintern Bogengange des Labyrinths in einem besondern Canal das Cranium durchsetzt. Bei Accipenser und den Plagiostomen tritt er durch einen eignen Knorpelcanal aus. Bei den Teleostiern und manchen Perennibranchiaten (z. B. Siren lacertina) tritt er durch ein eigens, vor dem Foramen jugulare gelegenes Loch aus dem Schädel. Nach dem Austritte aus dem Schädel theilt sich der Stamm des Glossopharyngaeus in mehrere Aeste für den Pharynx und die Zungenbeinbogen, während die Fortsetzung des Stammes bei den Selachiern und Perennibranchiaten (bei Hypochthon Freyeri von mir untersucht) zum ersten Kiemenbogen tritt. Der Glossopharyngaeus hat demnach den Typus als Spinalnerv bewahrt.

Die 4. Gruppe bildet der, aus überwiegend sensiblen Fasern bestehende, Nervus vagus und der motorische Accessorius Willisii. Dass ersterer ursprünglich und nicht erst durch seine Verbindung mit dem zweitgenannten Nerven auch motorische Fasern enthält, beweist die Erfahrung, dass isolirte Erregung seiner Wurzelbündel Bewegung des Levator veli, Azygos uvulae, Pharyngo-palatinus, Constrictor pharyngis superior, Cricothyreoideus, Arytaenoideus proprius, Cricoarytaenoideus posticus und lateralis hervorbringt. (Vergl. J. M. Schiff Physiologie, Lahr 1858—59. S. 420—422.)

Die Wurzeln des Vagus, welche zusammen aus mehr als 20 Fäden bestehen, treten in der Seitenfurche des verlängerten Markes zu Tage. Während des Verlaufes durch das Foramen jugulare gehen beim Menschen und den Säugethieren sämmtliche Wurzelfäden in die Bildung des Ganglion jugulare ein. (Verbindung mit dem Ganglion cervicale supremum.) Erst in den Plexus ganglioformis tritt der innerste Ast des N. accessorius Willisii hinzu.

Beim Menschen und den höhern Wirbelthieren ist der Hauptast des Vagus der, welcher sich vom Schädelgrunde bis unter das Zwerchfell hinab erstreckt[1]). Von seinen Ramis dorsalibus und sonst sehr starken Ramis branchialibus sind nur dürftige Rudimente erhalten. Als Ramus dorsalis[2]) ist ein dünnes Nervchen anzusehen, welches durch das Foramen jugulare zur Dura mater der hintern Schädelgrube zurückläuft (Ramus recurrens;) das andere zum äussern Ohr (Ramus auricularis[3]) und das dritte zur Zunge (Ramus lingualis) gehende Zweigchen stellen nicht blos ihrer Zusammensetzung nach, sondern auch insofern, als beide zu Formationen hingehen, welche aus Kiemenbogen entstanden sind, verkümmerte Rami branchiales vagi dar. Diese beiden dürftigen Reste repräsentiren aber bei den Larvenzuständen der Salamandrinen, den Derotremen (Amphiuma), den Perennibranchiaten, besonders aber bei den Fischen ansehnliche, dem Ramus intestinalis an Grösse gleichkommende, Aeste. Mit dem Einschrumpfen der Kiemen (Abwerfen der Kiemenfranzen) bei den Salamandrinen verkümmern dieselben zu dürftigen Rudimenten. In der Mitte stehen die zu den Perennibranchiaten gehörenden Arten von Hypochthon, deren Kiemen zeitlebens nebst den Lungen persistiren und die deshalb weniger starke Rami branchiales zeigen, wenn die Thätigkeit der Lungen beginnt.

---

[1]) Der bei den Larven der Frösche, den Derotremen und Perennibranchiaten, besonders aber bei den Fischen bedeutende Ramus lateralis liegt ausser dem Bereiche unserer Betrachtung.

[2]) Zeitschrift der Gesellschaft der Aerzte zu Wien. Bd. I. S. 34.

[3]) Die Anatomie des menschlichen Kopfes von H. v. Luschka. Tübingen, 1867. S. 544.

Gegenbauer[1]) betrachtet den Vagus der Selachier als einer Summe aus mehreren Spinalnerven gleichwerthig. Er begründet dies in dem Entstehen des Vagus-Stammes aus einer continuirlichen Reihe von Faserbündeln, die aus der Seite der Medulla oblongata austreten und nach dem Foramen jugulare hin convergiren. Mit diesen Nervenwurzeln stehen perlschnurartige Erhabenheiten im Zusammenhange, welche aus dem Boden der rautenförmigen Grube in deren Höhlung emporragen. Sie sind zuerst von W. Busch[1]) bei den Haifischen beschrieben und bei Hexanchus, Scymnus und beim Stör abgebildet worden. Diese knopfförmigen Erhabenheiten, deren bei Hexanchus 6 auftreten, entsprechen genau den Austrittsstellen der stärkeren Vaguswurzeln und stellen deren central gesonderte Ursprungsganglien vor. Somit entsprechen die Vaguswurzeln nicht einem einzigen Spinalnerven, sondern so vielen, als solche Anschwellungen vorhanden sind (cf. Micklucho-Maclay, Gehirn der Selachier, Leipzig 1870, S. 45, Taf. I, Fig. 9, 10). Das plexusartige Verhalten des Vagus bei Fischen und Perennibranchiaten nach seinem Austritt aus dem Schädel deutet ebenfalls auf ein Zusammengesetztsein aus mehreren Nerven.

Als zum Vagus gehörig betrachtet Gegenbauer noch einige andere vordere Wurzeln, deren Stannius[2]) bei Spinax und Carcharias erwähnt. Sie treten durch besondere Canäle des Knorpelschädels, welche in continuirlicher Reihe die Hinterhauptsgegend durchsetzen und mit den untern, resp. vordern Wurzeln der Spinalnerven in gleicher Linie liegen, zum Vagusstamm, um sich mit demselben zu vereinigen. Sie bilden bei höhern Wirbelthieren Bestandtheile der N. hypoglossus, sind motorischer Natur, stellen nach Gegenbauer die gesondert austretenden untern (vordern) Wurzeln des Vagus dar und machen den bis dahin nur aus sensiblen Fasern bestehenden Vagus nach der Vereinigung mit ihnen

---

[1]) L. c. S. 264—278.

[2]) De Selachiorum et Ganoideorum encephalo, dissertatio inaug. Berolini, 1848. S. 23. Tab. III. Fig. 3, 8.

[3]) Das peripherische Nervensystem der Fische. S. 83.

zu einem gemischten Nerven. Für diese Auffassung spricht auch die Art der peripherischen Verbreitung seiner Aeste.

Zuerst entsendet derselbe einen feinen Ramus dorsalis, der in den Schädelknorpel eindringt und später auf die Schädeloberfläche gelangt. Die übrigen Zweige sind sämmtlich Rami ventrales, von denen nur die Rami branchiales hier in Betracht kommen. Der erste, stärkste Wurzelstrang, der mit dem Hauptstamm des Vagus nur lose vereinigt ist, ergiebt den Nerven für den zweiten Kiemenbogen, nachdem er einen Seitenast zum ersten Kiemenbogen, zu welchem der Glossopharyngaeus tritt, entsendet hat. Der folgende Theil des Vagus lagert auf den dorsalen Gliedstücken der Kiemenbogen und sendet ebenso viele Aeste zu diesen, als weitere Kiemenbogen vorhanden sind. Diese Aeste verhalten sich gleich dem ersten Aste, indem sie immer je einen schwachen Zweig zum nächst vorhergehenden Kiemenbogen absenden. Die Vertheilung jedes Ramus branchialis findet an den Weichtheilen der Kiemenbogen in derselben Weise statt, wie die des Glossopharyngaeus an dem ersten Kiemenbogen.

Mithin wird jeder Ramus branchialis einem Nerven gleich zu setzen sein, der einen zu einem einst gesonderten Schädelabschnitt gehörenden ventralen Bogen versorgt und der Vagus als aus so vielen ursprünglich selbstständigen Nerven bestehend angesehen werden können, als Rami branchiales vorhanden sind, die ursprünglich gesondert, den Spinalnerven ähnlich, aus einer hinteren (oberen) und aus einer vorderen (unteren) Wurzel sich zusammensetzen. Das gesonderte Bestehen der unteren Wurzeln leitet Gegenbauer aus dem Fortbestehen jenes primitiven Zustandes ab, während die Verschmelzung an den oberen Wurzeln, ferner das Verschwinden der Rami dorsales bis auf einen einzigen Ast durch veränderte Einrichtung in der ursprünglichen Organisation (z. B. Einlagerung des Labyrinths) ebenso bewirkt wurde, als die Vereinigung ihrer anfänglich gesonderten Austrittsstellen zu einer einzigen Durchtrittspforte. Noch mehr findet bei höheren Wirbelthieren mit der Verkümmerung der Kiemen und deren Träger eine engere Zusammenfügung der einst mächtigen und gespreizter verlaufenden Vagusnerven statt. Würden uns nicht

die Fische, die Larven der Amphibien und die Perennibranchiaten Aufschluss über diese ehemaligen Verhältnisse geben, so würden wir eine ganze Reihe von Erscheinungen in der, der ehemaligen Kiemengegend entsprechenden, Provinz des embryonalen Leibes uns kaum erklären können.

Bei höheren Wirbelthieren stellt der Nervus hypoglossus die fünfte Hirnnervengruppe vor. Er zeigt an seinem Ursprung deutlich die vordere, motorische Wurzel eines Spinalnerven, denen er sich überhaupt in seinem ganzen Verhalten eng anschliesst. So verhält er sich beim Menschen, den Affen und Halbaffen, während er bei manchen Carnivoren (Fischotter, Hund, Schakal), den Wiederkäuern, einigen Pachydermen (Schwein) und sicher noch in anderen Säugethiergruppen auch noch eine hintere sensible, obwohl reducirte, Wurzel besitzt, welche mit einem Ganglion versehen ist. Es sind zusammen sechs bis zwölf und mehr Fäden, die nach aussen hin convergiren und den Stamm des Hypoglossus bilden, welcher durch das Foramen condyloideum anterius die Schädelhöhle verlässt. Bei Fischen und Amphibien, z. B. den Perennibranchiaten, ist der Hypoglossus noch kein selbstständiger Nerv, sondern ein Zweig des ersten Halsnerven. Bei manchen Perennibranchiaten, z. B. Menobranchus, wird er sogar von Zweigen des zweiten und dritten Halsnerven gebildet. Bei den Schlangen ist er bereits selbstständig, erhält aber vom ersten Spinalnerven eine Wurzel. In welchem Verhältniss der Hypoglossus zum Vagus bei den Selachiern steht, ist vorher dargestellt worden. Ueber das Vorhandensein eines Ramus dorsalis sind die Acten noch nicht geschlossen. Seinem übrigen Verhalten nach ist der Hypoglossus einer der Metamerennerven der Zungenbeinbogen.

Aus Vorstehendem erhellt, dass in dem Verhalten der Hirnnerven trotz der am Schädel auftretenden neuen, vom Rumpfe abweichenden Verhältnisse, welche die Erfüllung neuer Aufgaben herbeigeführt hat, trotz der mannigfachen, fast gänzliche Unkenntlichkeit bewirkenden, Umbildung der Visceralbogen, Verlagerung und fast spurlosen Verschwindens der Kiemenbogen bei höheren Wirbelthieren, trotz aller dieser,

der Vergleichung ungünstigen Umstände — aus den labyrinthisch verschlungenen Theilen des complicirten Gebäudes, auf dessen verhältnissmässig kleinem Gebiete grosse und verwickelte Vorgänge abspielen, Momente durchblicken, welche unverkennbar an das Verhalten der Spinalnerven erinnern. Hier wie dort Intervertebrallöcher oberhalb des Wirbelkörpers zum Durchtritt der Nerven, motorische und sensible Wurzeln, ganglionäre Anschwellungen an letzteren, Vereinigung und Austausch von motorischen und sensiblen Fasern, obschon nicht mit der peinlichen Regelmässigkeit, wie an den Spinalnerven; hier wie dort Dorsalzweige für die oberen Bogen, bald mächtig entwickelt, wie der Ramus ophthalmicus Trigemini, Acusticus, bald auf geringe Stärke reducirt oder wegen Mangel der zu versorgenden Weichtheile verkümmert oder vom Schauplatz verschwunden; hier wie dort Ventralzweige, die an den Weichtheilen bestimmter Visceralbogen sich verbreiten, aber die Grenze des Nachbargebietes nicht streng innehalten oder nach Schwund der Kiemen oder Verlagerung ihrer dürftigen Reste für Innervation anderer Theile verwandt, an Stärke reducirt oder mit anderen Nerven verschmolzen sind. Diese ansehnlichen Reste des ursprünglichen Spinalnerventypus an dem Verhalten der Hirnnerven sind deshalb Erscheinungen von grösster Wichtigkeit. Waren doch in den Aeonen von Jahren die Summen der allmähligen Umgestaltungen, welche das Kopfskelet, besonders der höchsten Wirbelthiere, erfahren hat, nicht mächtig genug, um diesen Typus zu verwischen.

Da nun an der Wirbelsäule jedem Visceralbogen mit dem dazu gehörigen Vertebralnerven je ein Segment der Wirbelsäule entspricht und das Verhalten der Visceralbogen am Schädel nebst ihrer Innervation dem an der Wirbelsäule gleichkommt, Schädel und Wirbelsäule endlich auch in genetischer Beziehung gleichwerthige Theile eines und desselben Gebildes, des Axenskelets, sind, so ist daraus zu schliessen, dass jedem Visceralbogen am Schädel auch ein dorsales Segment desselben entsprechen muss. Da nun aber der Schädel der Wirbelthiere in seinem Knorpelzustande im Gegensatze zum Verhalten der Wirbelsäule keine Spur von Seg-

mentation zeigt, so ist anzunehmen, dass sie einst dagewesen, aber später erloschen ist.

Durch die Annahme einer Verwachsung ursprünglich getrennter dorsaler Bogen des Hirnschädels wird auch erklärlich, warum die Foramina capitis bis auf das Foramen jugulare nicht wie die Intervertebrallöcher am Rückgrat zwischen je zwei Wirbeln liegen, sondern die continuirliche Schädelwand durchbohren.

Gegenbauer schliesst aus den, durch seine sorgfältigen Untersuchungen constatirten neun, mit Intervertebralnerven versorgten Visceralbogen der Selachier (Hexanchus) auf mindestens neun einst ihnen zugehörigen Schädelsegmente. Beim Menschen und den ihre Kiemen im ausgebildeten Zustande verlierenden Wirbelthieren würden nach meiner Darstellung — den prochordalen vorderen Schädelabschnitt abgerechnet — nur acht Segmente sich ergeben (drei: Trigeminus, ein: Acusticofacialis, ein: Glossopharyngaeus, zwei: Vagus, ein: Hypoglossus). Diese Zahlen können aber nur eingeschränkte Richtigkeit und zwar aus folgenden Gründen haben. Die Zahl der Kiemen tragenden Visceralbogen ist nicht blos in den verschiedenen Gruppen der hier in Betracht kommenden Wirbelthierklassen, sondern selbst in nahestehenden Gattungen verschieden. Ferner deuten eine Reihe von Erscheinungen an, dass eine Anzahl von Kiemen und ihre Träger kaum mit Hinterlassung embryonaler Spuren vom Schauplatze verschwunden sind. Sodann lassen mehrere Anzeichen auf Zusammenziehung, Reduction, gerade der hinteren Schädelpartie schliessen. Darauf deutet das Zusammengedrängtsein der Hirnnerven auf die Medulla oblongata. Der Abstand zwischen den Ursprungswurzeln dieser Nerven ist viel geringer, als zwischen denen der Rückenmarksnerven. Ich kenne nur ein Thier, Orthagoriscus mola, bei welchem nahezu das umgekehrte Verhältniss stattfindet. Damit parallel geht die Verkümmerung der Visceralbogen. Die Reduction des Raumes führte zu einer Zusammenfügung z. B. der Vagusnerven und zu einer Vereinigung ihrer ursprünglich getrennten Austrittsöffnungen am Schädel zu dem breiten Foramen jugulare. Somit konnte an dieser Schädelpartie nicht nur Verschmelzung, sondern

Verschmälerung, selbst Verkümmerung von Segmenten durch Compression stattgefunden haben.

Wahrscheinlich setzen also mehr verschmolzene Segmente den Schädel zusammen, als wir zu erschliessen im Stande sind.

Der Schluss auf einstmalige Segmentation aus den in Vorstehendem erörterten Gründen gilt jedoch nur von der hinteren Abtheilung des Schädels, deren Basis von der Chorda dorsalis durchzogen wird und Intervertebrallöcher zum Austritt von Hirnnerven darbietet, die sich wie Spinalnerven verhalten.

Zur Annahme einer ursprünglichen Segmentation auch an der vorderen Schädelpartie berechtigt uns keine Erscheinung. Nicht nur, dass die Basis dieser Partie in Bezug auf die Chorda sich anders verhält, als die der hinteren, haben auch die in ihr verlaufenden Nerven, Olfactorius und Opticus, dem Spinalnerventypus der übrigen Hirnnerven fremde Eigenschaften. Während die hintere Schädelpartie, wie oben dargethan wurde, als Ergebniss einer Raumreduction auftritt, erscheint die Siebbein- und Stirnregion als Ergebniss einer starken Erweiterung des ursprünglich angelegten Schädelgebietes. Auch die in beiden Abschnitten enthaltenen Hirntheile stehen in einem gewissen Gegensatze zu einander. Endlich ist die hintere Schädelpartie, wie auf Seite 51 gezeigt worden ist, nicht nur in embryologischer Hinsicht, sondern auch in Bezug auf die Entwickelung des höheren Wirbelthiertypus älter als die vordere.

Erkennen wir nun, dass das gegenwärtig dem ganzen Wirbelthierreiche eigene Continuum des Schädels im knorpligen Stadium einst segmentirt war, so entsteht die Frage, durch welche Umstände eine so bedeutungsvolle Einrichtung am Schädel verwischt wurde, während sie an der Wirbelsäule bestehen blieb. Versuchen wir uns der Antwort hierauf einigermassen zu nähern!

Die Organisation des durch die Kiemenspalten ausgezeichneten Vorderkörpers am niedrigststehenden Wirbelthier, am Amphioxus lanceolatus, an welchem weder ein Kopf vom Rumpfe, noch Hirnnerven von Rückenmarksnerven geschieden

sind und welcher gleichsam den Cephalo-thorax der Arachniden abspiegelt, deutet darauf hin, dass ursprünglich vor Eintritt der Segmentation der Schädel von der Wirbelsäule noch nicht geschieden war. Damit stimmt der embryologische Befund genau überein. Mit dem Eintritt des knorpligen Zustandes sehen wir im Wirbelthierreiche und in der Entwickelungsgeschichte jedes Individuums eine Sonderung der Aufgaben für den vorderen und hinteren Theil des Axenskelets eintreten. Die Sonderung führte am Kopfe zum Verschwinden der Segmentation. Diese Erscheinung, sowie die Formenverhältnisse des Schädels überhaupt sind das Ergebniss der Anpassung an eine Anzahl äusserer und innerer Einrichtungen. Wie an dem vorderen Theile die Einlagerung der Augen, die Bildung der Orbitae, die Anlagerung der Siebbeinplatte und des Antlitzes auf die Gestaltung dieser Region einen tiefen Einfluss gehabt haben muss, so musste die Einlagerung des Labyrinthknochens des Schläfenbeins an dem seitlichen Theile der hinteren Schädelregion durch Compression und Usur der früheren Hülle neue Begrenzungsvorgänge und Umgestaltung dieses Theils herbeiführen.

Einen, die Verwachsung begünstigenden, Einfluss muss die Verkümmerung resp. Umbildung des Visceralskelets und das Erforderniss der Stütze für die Muskulatur des Antlitzes gehabt haben. Dass Verminderung der Bewegung und Etablirung einer Stütze für Muskelanstrengung zur Verwachsung ursprünglich getrennter, gegliederter Theile führen, sehen wir bei mehreren Knorpelfischen, bei den Chimären und bei den Rochen. Auch bei allen höheren Wirbelthieren führt Verminderung der Bewegung einer Wirbelpartie, z. B. der Kreuzbeinwirbel, zur Verwachsung. Der Umstand, dass bei Fischen dem Kopfe die Ueberwindung des Widerstandes des umgebenden Mediums übertragen ist, derselbe als Keil wirken muss, dürfte ebenfalls begünstigend auf Solidirung des Schädels eingewirkt haben. Eine der wichtigsten Ursachen liegt aber in der, das Rückenmark an Ausdehnung überfliegelnden, Umfangsentwickelung des Contentum des Schädels, des Hirns. Je umfangreicher das von allen Körpertheilen am zartesten organisirte Centralorgan des Nervensystems

wurde, desto ungenügenderen Schutz musste eine, aus beweglichen Segmenten zusammengesetzte Hülle bieten, desto passender diejenige Kapsel werden, bei welchen die ursprüngliche Einrichtung sich verwischte.

Darnach sollte man vermuthen, dass diejenigen Wesen, welche das umfangreichste Hirn haben, da die Tendenz zur Verwachsung nun einmal den Schädelwänden inhärirt, auch verhältnissmässig am schnellsten auch nach Eintritt der Verknöcherung zu einer allseitig geschlossenen, unbeweglichen Schädelkapsel gelangen müssen. Dies ist jedoch nicht der Fall, da der Wachtsthumsabschluss des Contentum der Kapsel, des Hirns, hierbei eine hervorragende Rolle spielt. Je länger das an Umfang zunehmende Hirn einen dehnenden Druck auf die Wände seiner Kapsel ausübt, desto länger erhalten sich die Nähte zwischen den Knochentafeln, desto später erfolgt der erstrebte allseitige Abschluss.

Mit dem Verschwinden der Segmentation am Knorpelschädel hörte die Thätigkeit der Musculi interspinales, intertransversales und rotatores vertebrarum am Schädel auf und verschwand die ursprüngliche Muskulatur bis auf die Wirbelmuskeln am Hinterhauptsbein, welches aus früher angegebenen Gründen überhaupt der am wenigsten veränderte Abschnitt des ursprünglichen Schädels ist und selbst noch heut die Spuren der ehemaligen Processus spinosi in der Crista occipitalis externa und in der Protuberantia occipitalis externa zeigt.

Wenn nun erwiesen ist, dass die Segmentation des Schädels nur im knorpligen Stadium gleichzeitig mit der Gliederung der Wirbelsäule stattgefunden haben konnte und dass die viel später eintretende, secundäre Begrenzung der Schädelknochen nicht die Bedeutung von Wirbelgrenzen, nicht die Bedeutung einer Bewegungsgliederung haben könne, so drängt sich uns die Frage auf, welche andere Bedeutung wir ihr zuzumessen haben. Die Antwort darauf ist bereits im Vorstehenden angedeutet worden und giebt ein vergleichender Blick auf die Organisation des Kopfskelets der Wirbelthiere.

Der ursprüngliche knorplige, bei den Knopelfischen persistente, Primordialschädel konnte nur bei mässigem Umfang des Hirns und bei den Geschöpfen in einem Medium sich

erhalten, welches geeignet ist, durch Unterlage und Seitendruck eine allseitige Stütze für den Körper und seine Bewegungen zu gewähren, bei Wasserthieren. Die Tendenz zur Entwickelung einer festeren Hülle tritt, obschon in anderer und an Zustände in der niederen Thierwelt erinnernden Weise, bei den Knorpelfischen durch eigenthümliche Kalkablagerung am Knorpel und in der Entwickelung von Knochenmassen in dem Integument auf, wodurch manche der körperlichen Bewegungen eine Hemmung erfahren. Derselbe Zweck, aber in viel vollkommnerer, die körperlichen Bewegungen begünstigenden und erhöhte Lebensaufgaben berücksichtigenden Weise wurde durch Entwickelung von Knochenmasse in dem Skelet selbst erreicht. Darin besteht die Möglichkeit, dass Wirbelthiere auch von grösserem Körperumfange nicht ferner blos im Wasser, sondern auch in dem dünneren Medium der Luft sich bewegen und dabei die Form ihres Körpers zusammenhalten können. Ehe diese Knochenbildung im Knorpelskelet eintrat, musste die Concretion der den Schädel zusammensetzenden knorpligen Wirbel aus früher erörterten Gründen längst eingetreten und die Spuren ehemaliger Wirbelgrenzen bis auf die noch heut bestehenden Andeutungen im Visceralskelet erloschen sein. Nur die Bewegungen an der Wirbelsäule erforderten das Fortbestehen gesonderter Gelenkverbindungen. Wo die Beweglichkeit der Wirbel, wie in der Beckengegend, nicht mehr zur Geltung kommen konnte, gehemmt und aufgehoben wurde, da vollzog sich die Verwachsung der Wirbel. Die stärkere, aber langsamere Entwickelung des Hirns verlangte, dass erst nach Vollendung des Wachsthums die in der Bewegungslosigkeit der Knochen liegende Tendenz zur Verwachsung, zum gänzlichen Abschlus kam. Je länger nun, wie schon oben bemerkt, das an Umfang zunehmende Hirn einen dehnenden Druck auf die Wände seiner Kapsel ausübt, desto länger erhalten sich die Nähte zwischen den einzelnen Knochentafeln, desto später erfolgt der erstrebte allseitige Abschluss. Je kürzer dieser Zeitraum ist, desto eher schwinden die Näthe, desto früher tritt die Verwachsung ein. Ein Beispiel bietet der Schädel der Vögel. Aber selbst noch die Säugethiere zeigen in ihrem Kopfskelet

eine sehr rasch eintretende Verschmelzung der Grenzen der Schädelknochen. Dasselbe findet auch noch bei den auf der Stufenleiter der Wesen in körperlicher Beziehung in nächster Nachbarschaft stehenden Affen statt. Nur der Mensch, welcher eine vergleichsweise enorm lange Zeit zur vollständigen Entwickelung seines Hirns beansprucht, zeigt die vollkommenste Nahtbildung und die späteste Verschmelzung der Nähte. Allein die Tendenz zur frühzeitigen Verwachsung ist auch hier vorhanden und kann sich in krankhafter Weise früher geltend machen, als die Zeit zur vollständigen Hirnentwickelung abgelaufen ist. Dann erfährt letztere eine Hemmung durch jene. Das materielle Substrat für die geistige Entwickelung erhält nicht den ihm naturgemässen Umfang und verkümmert. Das längere oder kürzere Bestehen der Nähte, die ungleichmässige Verwachsung derselben, bald die, welche in Beziehung zum Längendurchmesser des Schädels, bald die, welche in Beziehung zum Breitendurchmesser stehen, zuerst, hat einen unverkennbaren Einfluss auf die Gestaltung der Schädelkapsel auch unter normalen Verhältnissen. Das Auftreten der Grenzen an den Schädelknochen und die Nahtbildung ist demnach eine neue Erscheinung, welche mit dem Ossificationsprocess in's Leben tritt, der Eigenschaft einer Wirbelbegrenzung fern steht und sich der Entwickelung des Hirns genau anschmiegt.

Ueberblicken wir zum Schlusse unserer Betrachtung deren wichtigste Ergebnisse:

1. Der Schädel der Wirbelthiere ist eine Fortsetzung der Wirbelsäule, der vordere (obere) Theil des Axenskelets, dessen verschmolzene dorsale Bogen einen entsprechenden Abschnitt des Centralorgans des Nervensystems, dessen ventrale mannigfach umgebildete oder verkümmerte Bogen die vordere Mündung des Darmkanals umschliessen.
2. Die Schädelbasis ist eine Fortsetzung der Säule der Rückenwirbelkörper und wird wie diese von der Wirbelsaite durchzogen.
3. Im knorpligen Stadium bildet der Schädel ein Continuum, während an der Wirbelsäule die Gliederung in Wirbel stattfindet.

4. Das Verhalten der zehn hinteren Hirnnervenpaare, ihr Austritt durch Intervertebrallöcher, das Vorhandensein dorsaler, die Entsendung ventraler Zweige zu Visceralbogen oder zu den aus ihnen hervorgegangenen Theilen wiederholt den Typus von Spinalnerven.
5. Alle diese Umstände lassen auf ursprüngliche Segmentation des hinteren Abschnittes des Schädels im knorpligen Stadium schliessen, die aber anchylotisch zu Grunde gegangen ist. Ihr Erlöschen wurde durch Anpassung an innere und äussere Einflüsse bewirkt.
6. Die zur Zeit der Verknöcherung, also später als die Segmentation der Wirbelsäule eintretende, secundäre Begrenzung der Schädelknochen ist der Bewegungsgliederung durch Wirbel an der Rückenwirbelsäule fremd. Die Grenzen der Schädelknochen, die Nähte, sind nicht identisch mit Wirbelgrenzen. Die alte Wirbeltheorie, welche beide identificirte, ist unhaltbar.
7. Die secundäre Gliederung des Schädels und ihre Tendenz zur Anchylosirung steht zu der Entwickelung des Hirns in engster Beziehung.
8. Die Verbindung der suplementären Knochen mit den aus knorpliger Vorstufe hervorgegangenen ist nicht durchweg constant.

Thesen.

Omne vivum ex vivo.

Nicht die Geschichte, sondern die Naturwissenschaft hat das Dunkel der menschlichen Urgeschichte zu erhellen.

Der grösste Längendurchmesser der Aussenfläche und der des Innenraumes des Schädels fallen nicht in eine gerade Linie zusammen.

Druck von Heinrich Lindner in Breslau.

LANE MEDICAL LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on or before the date last stamped below.

D1522 Joseph, G. 79572
J89 Morphologische Studien
1873 am Kopfskelethes Menschen
und Wirbelthiere.
NAME DATE DUE